



DPI INGENIEROS LTDA.

**DIRECCION GENERAL DE AGUAS, M.O.P.
HIDROMAS CEF LTDA.**

**ESTUDIO GEOFISICO
GRAVIMETRICO Y ELECTROMAGNETICO
RECONOCIMIENTO ESTRATIGRAFICO
VALLE RIO COPIAPO Y
RIOS MANFLAS, PULIDO Y JORQUERA
III REGION ATACAMA**

DPI LTDA.

OCTUBRE 2013

INDICE DE MATERIAS

1.	INTRODUCCIÓN.	2
2.	METODOLOGÍA	4
3.	INSTRUMENTAL	10
4.	TRABAJOS DE TERRENO	13
4.1	FOTOGRAFIAS	17
5.	RESULTADOS	21
5.1	ANTECEDENTES	21
5.2	SECCIONES GEOFISICAS SECTOR N°1, RIOS MANFLAS, PULIDO, JORQUERA Y LA JUNTA	24
5.3	SECCIONES GEOFISICAS SECTOR N°2, RIO COPIAPO Y LOS LOROS	49
6.0	RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES	56
	INDICE DE FIGURAS	60
	ANEXO COORDS. Y RESISTIVIDADES SONDA. ELECTROMAG...	61

1.- INTRODUCCION

A solicitud de la empresa de hidrogeología Hidromas Ltda y para la *Dirección General de Aguas* perteneciente al *Ministerio de Obras públicas* del gobierno de Chile, *MOP*, nuestra empresa DPI Ltda realizó la presente exploración geofísica en los niveles superiores del valle del río Copiapó y próximos a la junta de los ríos Manflas, Pulido y Jorquera con la finalidad de investigar la profundidad de las respectivas cuencas y precisar depósitos de aguas subterráneas que sean aprovechables de manera sustentable en las localidades adyacentes al valle del río Copiapó, III región, fig. N°1.

El área de estudio corresponde a los sectores N°1, junta de los ríos Manflas, Pulido y Jorquera, y N°2 cuenca del río Copiapó, 2km al Norte de la localidad de Los Loros.

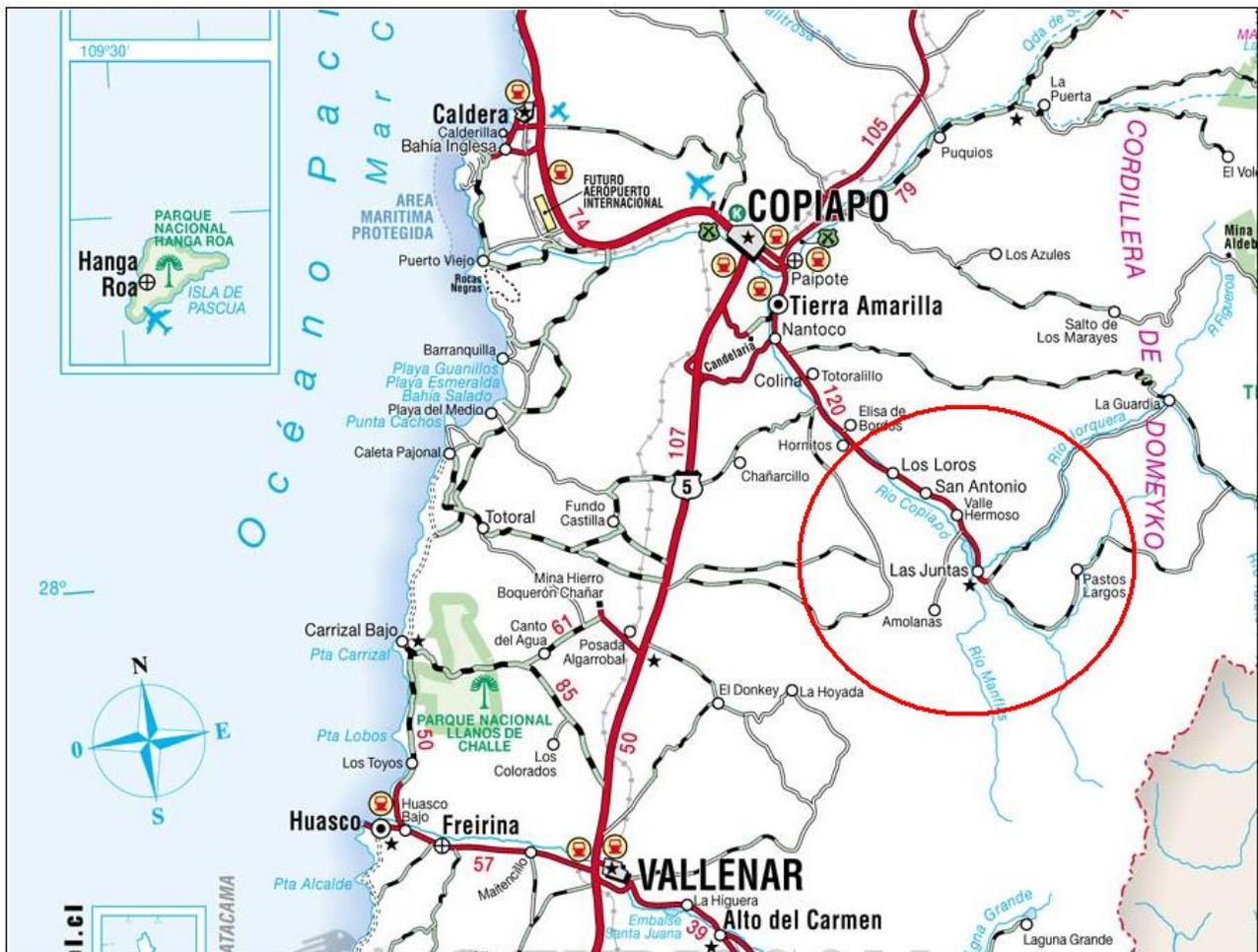


Fig. N°1, plano de ubicación sector La Junta, ríos Manflas, Pulido y Jorquera, y sector Los Loros, (fuente Turistel).

Con la finalidad de investigar el subsuelo e identificar las características estructurales de la roca asociadas a reservorios naturales de aguas subterráneas se aplicaron las técnicas geofísicas de “Gravimetría” y “Audio Magneto Telúrico”.

Para tales efectos se empleó un instrumental LaCoste y Romberg para el levantamiento gravimétrico y un equipo Stratagem para el levantamiento electromagnético. El primero de estos determina el efecto gravimétrico de masas sobre un péndulo de torsión expresado en miligales y el segundo determina la resistividad del subsuelo a través de la medición simultánea de los campos eléctricos y magnéticos en frecuencias variables.

Se realizaron 60 mediciones gravimétricas y 20 mediciones electromagnéticas. Las estaciones gravimétricas se ubicaron preferentemente en los ejes longitudinales de los valles Copiapó, Manflas, Pulido y Jorquera mientras que las estaciones electromagnéticas se ubicaron en perfiles transversales al eje de estos valles. Las mediciones electromagnéticas investigaron un mínimo de 500m de profundidad.

Los resultados obtenidos en el estudio gravimétrico se presentan en secciones verticales con indicaciones de la profundidad del basamento rocoso para un contraste de densidad de 0.5mgal entre roca y relleno sedimentario. En el caso del estudio Electromagnético, los resultados se presentan en secciones verticales que muestran la distribución de la resistividad del subsuelo.

La adquisición de datos electromagnéticos en general compromete información hasta los 1.000m de profundidad quedando almacenada en nuestros archivos, sin embargo, para los efectos de esta exploración, las secciones resultantes incluyen solo la información necesaria en que se manifiesta claramente la presencia del basamento rocoso.

En el presente informe se detallan estos resultados, así como también se entrega la información de los valores medidos directamente en terreno.

2.- METODOLOGÍA

2.1 METODO GRAVIMETRICO.

Este método de prospección investiga las variaciones o anomalías del campo potencial gravimétrico producidas por la presencia de estructuras geológicas con diferentes densidades. A partir de estas variaciones es posible determinar la geometría del subsuelo y por lo tanto las profundidades de la estructuras considerando diferentes contrastes de densidad entre ellas.

Los fundamentos físicos del método son la 1^{era} y 2^{da} ley de Newton expresadas de la siguiente forma:

$$1^{\text{era}} \text{ Ley de Newton} \quad F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

en que: F = fuerza ejercida entre las partículas de masa m_1 y m_2

r = distancia entre las partículas

G = constante de gravitación universal cuyo valor obtenido experimentalmente es $6.670 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ seg}^{-2}$.

$$2^{\text{da}} \text{ Ley de Newton} \quad a = G \frac{m_2}{r^2}$$

en que: a = aceleración de un cuerpo de masa m_2 atraído por una masa m_1

El procedimiento del método consiste en medir en superficie pequeñas variaciones de la componente vertical del campo de gravedad. Para ello en la actualidad se han diseñado instrumentos que miden la centésima y milésima de un miligal,

$$(1 \text{ miligal} = 10^{-3} \text{ gal} = 10^{-3} \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}).$$

Estos instrumentos se instalan en superficie con su eje en la dirección del campo mediante niveles de burbuja. Como las anomalías de la gravedad son muy pequeñas comparadas con

el valor medio del campo gravitatorio terrestre se deduce que la dirección es prácticamente constante, normal a la superficie.

Los datos de gravedad son tomados en lugares diferentes georeferenciados a un datum común, normalmente el nivel medio del mar.

Usando esta referencia se eliminan los efectos que influyen sobre estas medidas y que constituyen las correcciones a los datos originales de terreno.

Las correcciones que se hacen a estas mediciones son las de latitud, altura, Bouguer, topografía y el efecto de mareas, esta última resulta de magnitud pequeña por lo que normalmente se asimila a la corrección por deriva o corrección instrumental.

A continuación se describen brevemente las correcciones realizadas a los datos.

- *Corrección de altura*

Esta corrección considera la variación de la gravedad por efecto de altura, considerando como referencia el nivel medio del mar, su valor es de 0.3086 [mGal/m].

- *Corrección de Bouguer*

Esta corrección considera el efecto de masa existente entre la estación medida y el plano datum. Para corregir este efecto se resta la atracción de una placa horizontal plana de extensión infinita de altura igual a la de la estación sobre el plano datum. El valor es de 0.0419ρ [mGal/m], en que ρ corresponde a la densidad de la placa considerada.

El valor de esta corrección depende de la densidad del material involucrado. En este caso se asignó un valor de 2.1 [gr/cm³] para el depósito sedimentario compuesto por arcillas, gravas escombros falda compactadas en épocas recientes. Con la densidad considerada la corrección de Bouguer toma el valor de 0.08799 [mGal/m].

- *Corrección topográfica*

Esta corrección considera el efecto del relieve, exceso o defecto de masas cercanas a la estación medida. En el caso estudiado la corrección fue realizada a las estaciones de

gravedad con mayor efecto topográfico de cada perfil, esto es los extremos y aproximadamente la estación ubicada al centro del perfil.

- Corrección por latitud

Esta corrección considera el efecto de gravedad debido a la latitud en que se encuentra la lectura de las estaciones de gravedad. Para ello se usó la fórmula:

$$g_0 = g_{ec} (1 + C_1 \text{Sen}^2 \varphi + C_2 \text{Sen}^2 2\varphi)$$

dónde: g_0 = Gravedad Teórica (mGal)

g_{ec} = 978031.85 mGal (valor de gravedad normal en el Ecuador)

C_1 = 0.005302357

C_2 = - 0.000005864

φ = latitud

- Corrección por marea y deriva instrumental

La corrección por marea considera el efecto atractivo de la luna y el sol en el instante en que se efectúa la medida de gravedad y la deriva instrumental considera el efecto de elasticidad en el tiempo del sistema interno del gravímetro. Estos efectos se encuentran incorporados en el programa computacional que fue usado.

Una de las variables más importante en la interpretación gravimétrica es la elección de las densidades usadas en el modelamiento de estructuras geológicas. En esta oportunidad se le asignó una densidad de 2.1 [gr/cm³] al material de relleno sedimentario y 2.6 [gr/cm³] al basamento yacente, por lo tanto el contraste usado en el modelamiento de las secciones gravimétricas fue de 0.5 [gr/cm³]. El valor de densidad 2.1 [gr/cm³] es representativo de la mezcla de arcillas, gravas y escombros de falda depositados en épocas recientes.

Por otra parte, la disminución de la gravedad en el sentido oeste-este por efecto de la isostasia de los Andes se presenta con diferentes magnitudes dependiendo de la distribución de las grandes masas en el lugar de investigación. Este efecto se denomina regional.

En el caso de los perfiles realizados en la zona de estudio las secciones modeladas son asignadas a cuerpos geológicos de pequeña magnitud controlados por mediciones realizadas en afloramientos rocosos obviándose de este modo el campo regional.

2.2 SISTEMA ELECTROMAGNETICO STRATAGEM

El método Audio-magnetoteléurico (AMT STRATAGEM) usa campos Electromagnéticos naturales para investigar la conductividad eléctrica del subsuelo. Las fuentes naturales más conocidas de AMT tienen frecuencias sobre un Hertz y provienen de tormentas o descargas eléctricas alrededor del planeta. Estas descargas irradian poderosos campos Electromagnéticos, EM, que se propagan a gran distancia. Para los efectos de evaluar estos campos debemos suponer que en la superficie estos se comportan prácticamente como ondas planas y además que la mayor parte de la energía se refleja pero con un pequeño remanente que se propaga verticalmente hacia abajo.

En superficie, la amplitud, fase y las relaciones direccionales entre los campos eléctricos, E, y magnético, H y B, dependen de la distribución de la conductividad eléctrica en el subsuelo, (Vozoff, 1991).

Para estudios como el realizado en esta oportunidad, se usan 4 canales por lo que el equipo construido por Geometrics resulta bastante idóneo.

El sistema Geometrics EH-4 Audio-magnetoteléurico (AMT) viene con una fuente controlada para llenar el rango de frecuencias (450-4,500 Hz), en donde la intensidad de la señal se encuentra a menudo bajo los límites de detección del instrumento.

Este instrumento está diseñado para usar rayos o descargas eléctricas como fuentes de energía. Sin embargo, en algunos casos estos fenómenos atmosféricos no se producen en las cercanías del área investigada de manera que siempre se hace necesaria el uso de la fuente controlada.

Los parámetros medidos por el EH-4, AMT, son el campo eléctrico en la dirección x, Ex, y el campo magnético en la dirección y, Hy. También se miden los campos ortogonales a los anteriores, esto es, Ey y Hx.

2.1.1 TEORÍA ELECTROMAGNETICA

El tensor (Z) de la impedancia AMT tiene 4 componentes complejas que relacionan los campos medidos, eléctricos (E) y magnéticos (H):

$$(1) \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} H_x \\ H_y \end{bmatrix}$$

Las impedancias se calculan a partir de los datos espectrales obtenidos en terreno usando como referencia un campo magnético local H.

$$Z_{xx} = \frac{\langle E_x R_x^* \rangle \langle H_y R_y^* \rangle - \langle E_x R_y^* \rangle \langle H_y R_x^* \rangle}{\langle H_x R_x^* \rangle \langle H_y R_y^* \rangle - \langle H_x R_y^* \rangle \langle H_y R_x^* \rangle} \quad (2)$$

$$Z_{xy} = \frac{\langle E_x R_x^* \rangle \langle H_x R_y^* \rangle - \langle E_x R_y^* \rangle \langle H_x R_x^* \rangle}{\langle H_y R_x^* \rangle \langle H_x R_y^* \rangle - \langle H_y R_y^* \rangle \langle H_x R_x^* \rangle} \quad (3)$$

$$Z_{yx} = \frac{\langle E_y R_x^* \rangle \langle H_y R_y^* \rangle - \langle E_y R_y^* \rangle \langle H_y R_x^* \rangle}{\langle H_x R_x^* \rangle \langle H_y R_y^* \rangle - \langle H_x R_y^* \rangle \langle H_y R_x^* \rangle} \quad (4)$$

$$Z_{yy} = \frac{\langle E_y R_x^* \rangle \langle H_x R_y^* \rangle - \langle E_y R_y^* \rangle \langle H_x R_x^* \rangle}{\langle H_y R_x^* \rangle \langle H_x R_y^* \rangle - \langle H_y R_y^* \rangle \langle H_x R_x^* \rangle} \quad (5)$$

(dónde R^* es el campo de referencia local.)

A partir de las impedancias se determinan las resistividades aparentes y fases usando las cuatro componentes del tensor impedancia (Z_{xx} , Z_{xy} , Z_{yx} , Z_{yy}).

Las resistividades aparentes y sus fases correspondientes se determinan usando:

$$\rho = \frac{1}{5f} |Z|^2 \quad (6)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\text{im}\{Z\}}{\text{re}\{Z\}} \right) \quad (7)$$

Las transformadas de las profundidades de Bostick son calculadas para cada frecuencia usando:

$$\rho_{Bostick} = \rho \times \frac{(1+M)}{(1-M)} \quad (8)$$

en dónde debe usarse la transformada de Hilbert, que relaciona la resistividad aparente ρ y su fase ϕ en grados transportados al primer cuadrante, $0 \leq \phi \leq 90^\circ$.

$$M = 1 - \left(\frac{\phi}{45} \right) \quad (9)$$

calculándose finalmente la profundidad a la que circula la fuente de frecuencia f

$$D_{meters} = \sqrt{\frac{\rho}{2 \pi f \mu_0}} \quad (10)$$

Una explicación más detallada y completa de la teoría, instrumental, proceso e interpretación del método AMT pueden encontrarse en Vozoff(1987) y Spies-Frischknecht (1987) y en la referencias que se entregan a continuación:

Referencia Bibliográfica:

- Bostick, F.X., 1977, A Simple Almost Exact Method of MT Analysis: presented at the Workshop on Electrical; Methods in Geothermal Exploration, Snowbird, Utah: U.S. Geological Survey Contract 14-08
- Spies, B.R., and Frischknecht, F.C.,1987, Electromagnetic sounding: Chapter 5 in Electromagnetic methods in applied geophysics, Nabighian, M.N., ed. Investigations in geophysics n.3, v.2 Applications part A and part B, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa Oklahoma, pp. 285-397.
- Vozoff, Keeva., 1987, The magnetotelluric method: Society of Exploration Geophysicists, Geophysics, Reprint Series No. 5 p. 763.
- Vozoff, Keeva., 1991, The magnetotelluric method: in Nabighian, M.N., ed., Electromagnetic Methods in Applied Geophysics: Tulsa Oklahoma, Society of Exploration Geophysicists, Investigations in geophysics No.3, v. 2 Applications part B, p. 641-711.

3.- INSTRUMENTAL

3.1 INSTRUMENTAL GRAVIMETRICO.

En el estudio de gravedad se utilizó un gravímetro LaCoste y Romberg modelo G y N° de serie 462. La precisión de este instrumento es de la centésima de un miligal (10^{-3} gales). La fábrica especifica una deriva instrumental aproximada de 1 [miligal/mes].

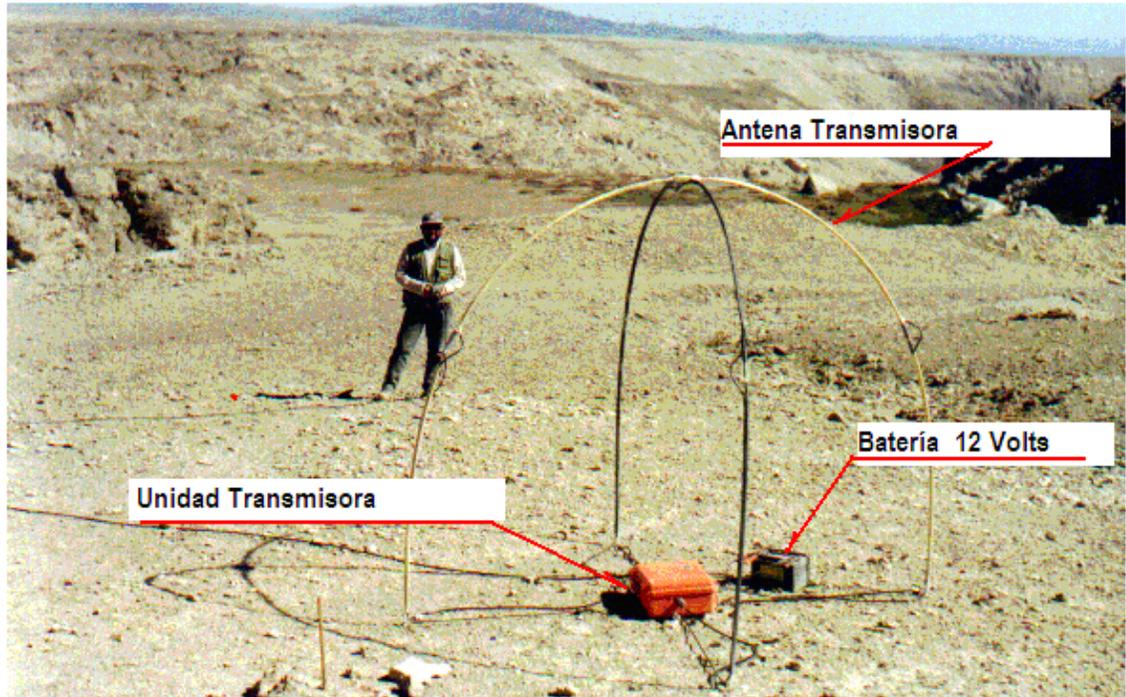
Los datos de gravedad fueron ligados a la estación base de la Red Nacional de Gravedad ubicada en el aeródromo de Vallenar. Este valor y los amarres parciales se muestran en Tabla 1.

TABLA N°1
LIGAZON GRAVIMETRICA A RED NACIONAL

Red Nacional de Gravedad				
Estación	Gravedad [mGal]	Altura [m]	Latitud	Longitud
Red Nacional de gravedad	979063.24	534	28° 35.74'S	70° 45.27'O
Base de Terreno	978721.83	1211	28° 02.75'S	69° 57.59'O

3.2 INSTRUMENTAL ELECTROMAG.NETICO STRATAGEM –GEOMETRICS.

La unidad usada fue un instrumental STRATAGEM, con frecuencia de medición 10 Hz a 100 KHz, fabricado por la empresa americana GEOMETRICS-EMI, USA. A continuación se acompañan fotografías del instrumental en trabajos anteriores.

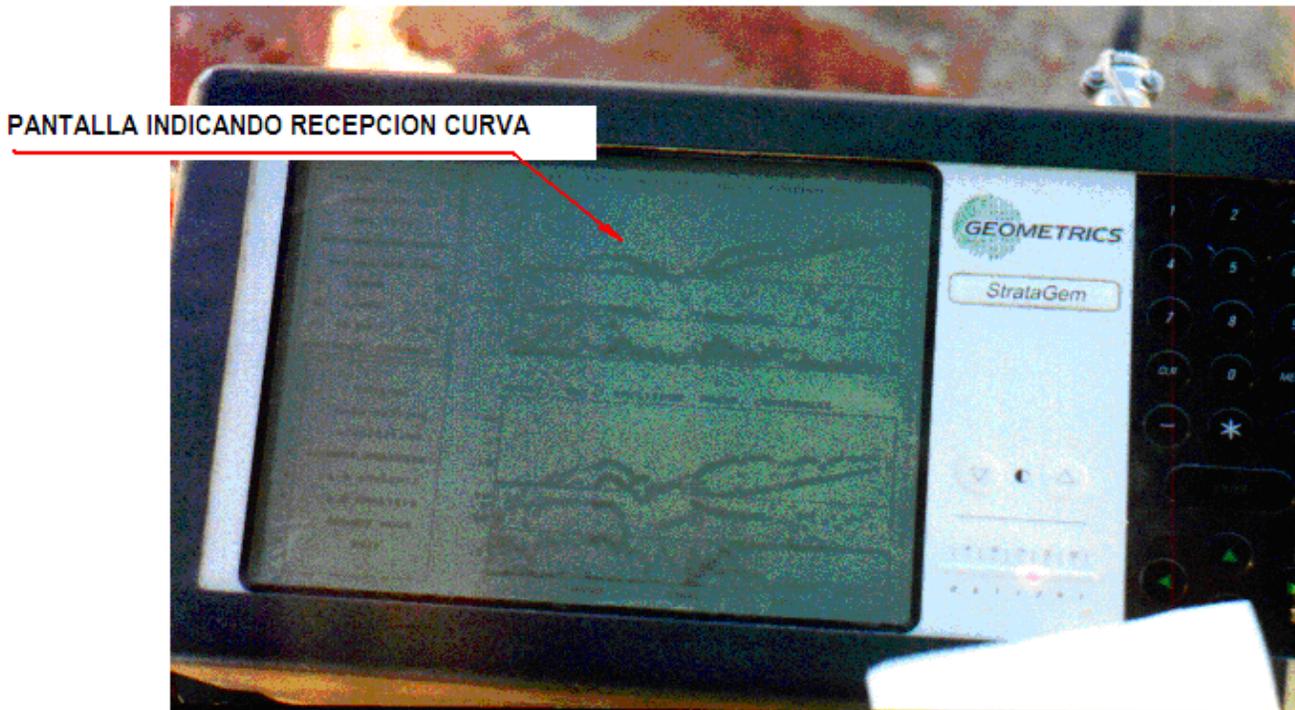


Unidad Transmisora

Antena Transmisora

Bateria 12 Volts

TRANSMISOR INSTRUMENTAL STRATAGEM



PANTALLA INDICANDO RECEPCION CURVA

RECEPTOR STRATAGEM

Esta unidad está capacitada para registrar 10Hz a 92kHz con un transmisor que provee adicionalmente 1kHz a 70 kHz.

Las fotografías anteriores muestran el equipo transmisor y receptor de las señales de los campos eléctricos y magnéticos. Se trata de un instrumental absolutamente portátil.

La unidad incluye:

- (4) electrodos inteligentes controladores del campo eléctrico, X e Y.
- Consola para conexión receptor con procesador amplificador AFE,
- (2) Bobinas, X e Y, controladoras del Campo Magnético.
- Cables de Conexión a las diferentes unidades,

4.- TRABAJOS DE TERRENO

Los trabajos de terreno se iniciaron el día lunes 23 de Septiembre con el traslado del personal y los equipos a la ciudad de Copiapó. Al día siguiente se continuó hasta los sectores de Los Loros y Embalse Lautaro, en dónde se tomó conocimiento de las áreas de investigación. Finalmente al día siguiente se iniciaron las medidas geofísicas en los perfiles indicados por el cliente.

La siguiente Tabla N°2 resume las actividades de estos trabajos.

TABLA N° 2. ACTIVIDADES EN TERRENO

TRABAJOS EN TERRENO	Actividades
2013	
Lunes 23 Septiembre	Viaje Personal de Santiago a Copiapó, llegada a las 19:00 hrs.
;Martes 24	Planificación trabajos y Reconocimiento de Terreno Inicio mediciones Topográficas y Gravimétricas.
Miércoles 25 a Viernes 27	Mediciones Topográficas, Gravimétricas y Electromagnéticas. Finalizan mediciones gravimétricas.
Sábado 28	Se finalizan 60 mediciones gravimétricas.
Domingo 29 Septiembre	Desmovilización de equipos geofísicos en terreno y retorno a Santiago.
Lunes 30 Septiembre y 1 Octubre	Término mediciones topográficas y desmovilización de equipos con retorno a Santiago.

.Las características y coordenadas de los perfiles medidos con estación total se indican en la siguiente Tabla N°3.

TABLA Nº3 CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS PUNTOS GEOFISICOS

Nº	Punto	Característica	Sector	Valle	Este	Norte	Cota
1	C-G1-S1	Gravimetría	S1	Copiapó	404.673	6.897.642	1.248,5
2	C-G2-S1	Gravimetría	S1	Copiapó	404.427	6.997.415	1.245,3
3	C-G3-S1	Gravimetría	S1	Copiapó	404.147	6.897.330	1.242,5
4	C-G4-S1	Gravimetría	S1	Copiapó	404.188	6.901.891	1.203,1
5	C-G5-S1	Gravimetría	S1	Copiapó	403.994	6.901.924	1.190,6
6	C-G6-S1	Gravimetría	S1	Copiapó	403.791	6.901.877	1.190,1
7	M-G0-S1	Gravimetría	S1	Manflas	404.011	6.892.008	1.333,4
8	M-G1-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.592	6.891.934	1.335,0
9	M-G2-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.822	6.891.887	1.334,5
10	M-G3-S1	Gravimetría	S1	Manflas	404.068	6.892.003	1.338,6
11	M-G4-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.757	6.892.181	1.329,4
12	M-G5-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.821	6.892.535	1.324,5
13	M-G6-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.684	6.892.819	1.320,9
14	M-G7-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.362	6.893.404	1.306,3
15	M-G8-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.445	6.893.820	1.300,7
16	M-G1-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.498	6.893.964	1.297,0
17	M-G9-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.632	6.894.343	1.290,4
18	M-G10-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.712	6.894.758	1.282,8
19	M-G11-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.707	6.895.035	1.278,6
20	M-G12-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.481	6.895.413	1.272,5
21	M-G13-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.383	6.895.782	1.266,0
22	M-G14-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.309	6.896.144	1.259,3
23	M-G15-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.246	6.896.589	1.254,8
24	M-G16-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.387	6.896.962	1.248,8
25	M-G17-S1	Gravimetría	S1	Manflas	403.234	6.896.993	1.251,6
26	M-G18-S1	Gravimetría	S1	Manflas	402.635	6.897.379	1.322,9
27	P-G1-S1	Gravimetría	S1	Pulido	408.091	6.892.751	1.429,7
28	P-G2-S1	Gravimetría	S1	Pulido	407.206	6.893.129	1.339,8
29	P-G3-S1	Gravimetría	S1	Pulido	406.895	6.893.520	1.328,4
30	P-G4-S1	Gravimetría	S1	Pulido	406.737	6.893.461	1.339,2
31	P-G5-S1	Gravimetría	S1	Pulido	406.839	6.893.914	1.323,7
32	P-G6-S1	Gravimetría	S1	Pulido	407.119	6.893.591	1.331,6
33	P-G7-S1	Gravimetría	S1	Pulido	406.566	6.894.992	1.300,7
34	P-G8-S1	Gravimetría	S1	Pulido	406.270	6.895.716	1.287,1
35	P-G10-S1	Gravimetría	S1	Pulido	406.098	6.896.212	1.278,1
36	P-G11-S1	Gravimetría	S1	Pulido	405.939	6.896.625	1.269,9
37	P-G12-S1	Gravimetría	S1	Pulido	406.178	6.896.743	1.272,5
38	J-G1-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	409.246	6.900.274	1.335,2
39	J-G2-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	409.065	6.899.919	1.328,5
40	J-G3-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	408.775	6.899.536	1.319,7

41	J-G4-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	408.774	6.899.691	1.321,5
42	J-G5-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	408.903	6.899.286	1.318,3
43	J-G6-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	408.180	6.899.136	1.309,4
44	J-G8-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	407.726	6.898.517	1.301,0
45	J-G9-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	407.522	6.898.230	1.287,4
46	J-G10-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	407.231	6.897.841	1.284,5
47	J-G11-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	406.809	6.897.573	1.275,1
48	J-G12-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	406.409	6.897.425	1.269,6
49	J-G13-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	406.009	6.897.414	1.264,0
50	J-G14-S1	Gravimetría	S1	Jorquera	406.215	6.897.057	1.269,1
51	C-SG1-S1	Electromag.	S1	Copiapó	404.548	6.898.657	1.234,7
52	C-SG2-S1	Electromag.	S1	Copiapó	404.079	6.898.645	1.229,3
53	C-SG4-S1	Electromag.	S1	Copiapó	403.562	6.898.674	1.232,0
54	C-SG5-S1	Electromag.	S1	Copiapó	403.836	6.898.668	1.227,4
55	C-SG3-S1	Electromag.	S1	Copiapó	405.092	6.896.925	1.260,8
56	C-SG5-S1	Electromag.	S1	Copiapó	405.392	6.897.327	1.257,3
57	M-SG1-S1	Electromag.	S1	Manflas	403.446	6.894.646	1.286,7
58	M-SG2-S1	Electromag.	S1	Manflas	403.617	6.894.669	1.285,2
59	M-SG3-S1	Electromag.	S1	Manflas	403.767	6.894.633	1.284,9
60	M-SG4-S1	Electromag.	S1	Manflas	403.962	6.894.615	1.307,4
61	P-SG1-S1	Electromag.	S1	Pulido	406.517	6.895.924	1.340,3
62	P-SG2-S1	Electromag.	S1	Pulido	406.223	6.895.819	1.285,2
63	P-SG3-S1	Electromag.	S1	Pulido	405.903	6.895.611	1.292,3
64	J-SG1-S1	Electromag.	S1	Jorquera	407.469	6.898.672	1.298,9
65	J-SG2-S1	Electromag.	S1	Jorquera	407.720	6.898.502	1.299,1
66	J-SG3-S1	Electromag.	S1	Jorquera	408.010	6.898.265	1.328,2
1	C-G1-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	389.026	6.923.402	934,7
2	C-G2-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	388.889	6.923.442	919,9
3	C-G3-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	388.742	6.923.698	916,8
	C-G4-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	se omitió		
4	C-G5-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	389.003	6.923.000	924,6
5	C-G6-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	388.680	6.922.848	943,5
6	C-G7-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	389.131	6.922.866	931,8
7	C-G8-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	388.982	6.922.388	932,5
8	C-G9-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	389.013	6.922.096	937,7
9	C-G10-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	389.467	6.921.661	943,6
10	C-G11-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	389.516	6.921.387	948,6
11	C-G12-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	390.136	6.921.094	969,7
12	C-G13-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	390.230	6.920.865	987,7
13	C-G14-S2	Gravimetría	S2	Copiapó	390.394	6.921.024	967,7

14	C-SG1-S2	Electromag.	S2	Copiapó	389.232	6.922.433	942,7
15	C-SG2-S2	Electromag.	S2	Copiapó	389.128	6.922.496	934,0
16	C-SG3-S2	Electromag.	S2	Copiapó	388.888	6.922.377	934,2
17	C-SG4-S2	Electromag.	S2	Copiapó	388.758	6.922.389	955,2

4.1 Fotografías



Foto 1. Mediciones gravimétricas en el valle del río Pulido.



Foto 2. Mediciones gravimétricas en el valle del río Manflas.



Foto 3. Instrumental en mediciones geofísicas.



Foto 4. Muestra equipo receptor Electromagnético operando en terreno.



Foto 5. Muestra sector Copiapó S2 en dirección Este.



Foto 6. Muestra mediciones realizadas en sector Jorquera.



Foto 7. Muestra mediciones realizadas en sector Manflas.



Foto 8. Muestra mediciones realizadas en sector Pulido.

5. RESULTADOS

Estos se muestran en las figuras 2 a 5 a través de 2 planos topográficos generales a escalas 1:20.000, planos con secciones gravimétricas de cada perfil a la escala 1:5.000 y planos con secciones de resistividad a la escala 1:1.000.

Todos estos resultados se presentan y se detallan a continuación.

5.1 ANTECEDENTES

-Gravimetría.

Antes de detallar los resultados es conveniente destacar los siguientes antecedentes relacionados con los resultados obtenidos en el modelamiento de datos gravimétricos.

Del formulismo presentado anteriormente en el estudio de los campos de potenciales gravimétricos se puede observar que en el cálculo de las profundidades a la roca basal la densidad de los materiales yacentes bajo el punto de medición incide fuertemente en el resultado. Para el caso de la presente interpretación se asume en 2.6gr/cm^3 para la roca basal y 2.1gr/cm^3 para el material sedimentario.

Si bien es cierto que en esta oportunidad se ha tomado la precaución de amarrar cada perfil a puntos con afloramientos de rocas la densidad no es un parámetro isotrópico y es por lo tanto esperable que presente variaciones que afecten la profundidad calculada en esta interpretación.

No obstante lo anterior lo que no sufrirá modificación es la tendencia geométrica determinada en esta interpretación.

-Estudio Electromagnético.

Nuestra empresa DPI Ltda posee una gran experiencia en la interpretación de sondeos electromagnéticos tanto en la región central de Chile como en el Norte y Sur del país estableciendo rangos de resistividades para los distintos tipos de sedimentos y rocas basales en distintas condiciones geomecánicas.

En efecto salvo excepciones, las resistividades de los sedimentos suelen encontrarse en el rango de 1 a 100 ohm-m dependiendo del contenido de agua, de sales disueltas y del tamaño de las partículas, aumentando los valores de resistividad en la medida que aumenta el tamaño de partícula. Las arcillas por ejemplo suelen encontrarse en el rango 5 a 15 ohm-m y los acuíferos en el rango 20-40 ohm-m.

En el caso de las rocas, las resistividades suelen encontrarse en el rango de 50 ohm-m a miles de ohm-m, dependiendo de las condiciones geotécnicas, meteorización y fracturamiento, y de su contenido de sílice, es así que rocas muy descompuestas y/o amailladas presentan los menores rangos de resistividad. Por otra parte rocas cristalizadas o con grandes cavidades presentan los rangos más altos de resistividades, miles de ohm-m.

La siguiente tabla N° 3 es una guía adecuada para una buena correlación.

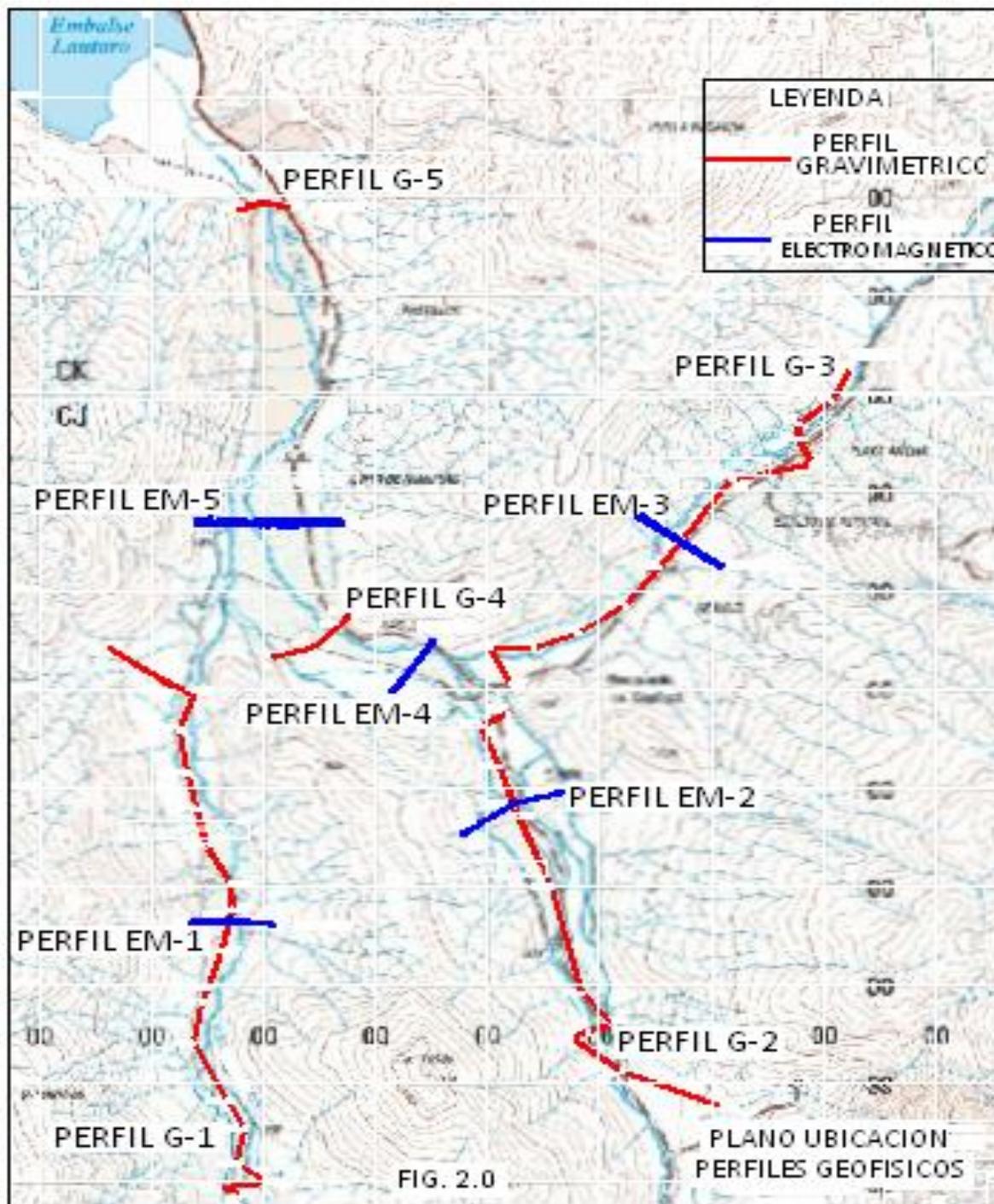
TABLA N° 4- RESISTIVIDAD NORMAL Y CORRELACIONES GEOLOGICAS.

No.	TIPO DE MATERIAL GEOLOGICO	RESISTIVIDAD EN Ohm-m	CONTENIDO DE AGUA	OBSERVACIONES
1.	Depósitos sedimentarios, arcillas, silts, arenas, gravas, y bolones.	5 a 50.	Máximo en el rango de 20 a 40 ohm-m	Arcillas en el rango 5 – 15 ohm-m.
2.	Depósitos Sedimentarios, arcillas, silts, arenas, gravas, y bolones. Rocas meteorizadas y/o rocas descompuestas	50 a 150.	Mínimo en el rango 80 a 200 ohm-m. Infiltración de aguas de cordillera.	

3.	Rocas con alteración y/o fracturas en un 30% o más de su masa.	100 a 200.	Infiltración menores.	Roca con baja condición geomecánica a regular.
4.	Rocas con fracturamiento medio.	150 a 300.	Sin infiltración de agua.	Roca con regular condición geomecánica
5.	Rocas sólidas, fracturadas en 20% a 30% de su masa.	250 o mayor.	Sin infiltración de agua.	Roca fundamental con regular a buena condición geomecánica.
6	Rocas sólidas, cristalizadas con fracturas en 20% o menor	500 o mayor,	Sin infiltración de agua.	Roca fundamental con muy buenas condiciones geomecánicas

5.2 RESULTADOS GEOFISICOS SECTOR N°1.-JUNTA DE LOS RIOS MANFLAS, PULIDOS Y JORQUERA

En la Fig. N°2 entregada en el anexo final de este informe se muestra a la escala 1:20.000 la ubicación de los 5 perfiles gravimétricos y 5 perfiles electromagnéticos ejecutados en este sector. A continuación se muestra la misma figura sin escala.



5.2.1 PERFILES GRAVIMETRICOS SECTOR N°1.-JUNTA DE LOS RIOS MANFLAS, PULIDOS Y JORQUERA.

Procesamiento de Datos

Se realizaron en efecto 63 mediciones gravimétricas controladas topográficamente con estación total determinándose sus coordenadas N y E, UTM. Estas últimas fueron transformadas en coordenadas geográficas, latitud y longitud, para efecto de hacer la corrección por latitud del valor de gravedad medido en terreno. Posteriormente se efectuaron las correcciones de Aire Libre, Topográfica y de Bouguer para finalmente determinar la Anomalía de Bouguer, según se puede observar en la siguiente Tabla.

TABLA N°5, CORRECCIONES GRAVIMETRICAS

Est.	Long	Lat	X	Y	A	Gabs	C. Top	AAL	AB
1	-69,9546	-28,0509	406178	6896743	1272	978717.17	-15.0	-79.93	-192.89
2	-69,9571	-28,0520	405939	6896625	1269	978715.67	-15.1	-82.53	-195.23
3	-69,9555	-28,0557	406098	6896211	1278	978718.47	-15.0	-77.14	-190.63
4	-69,9538	-28,0602	406269	6895716	1287	978712.70	-15.5	-80.96	-195.25
5	-69,9508	-28,0668	406565	6894992	1300	978708.04	-15.2	-81.80	-197.24
6	-69,9453	-28,0795	407119	6893590	1331	978695.87	-18.0	-88.16	-206.34
7	-69,9481	-28,0765	406839	6893913	1323	978698.21	-18.0	-88.07	-205.54
8	-69,9492	-28,0806	406739	6893461	1339	978700.65	-18.1	-81.09	-199.98
9	-69,9475	-28,0801	406899	6893522	1328	978696.67	-18.0	-88.33	-206.24
10	-69,9444	-28,0837	407207	6893127	1339	978694.93	-18.0	-86.94	-205.83
11	-69,9355	-28,0871	408089	6892751	1429	978676.37	-18.2	-78.18	-205.02
12	-69,9232	-28,0192	409237	6900281	1335	978692.04	-18.1	-86.27	-204.83
13	-69,9250	-28,0225	409066	6899920	1329	978693.82	-18.2	-86.91	-204.86
14	-69,9280	-28,0259	408772	6899536	1320	978695.29	-18.5	-88.71	-205.89
15	-69,9280	-28,0245	408770	6899692	1322	978696.94	-18.6	-86.50	-203.84
16	-69,9267	-28,0282	408898	6899289	1318	978697.00	-18.4	-87.50	-204.56
17	-69,9341	-28,0295	408180	6899137	1309	978701.76	-15.0	-82.19	-198.46
18	-69,9387	-28,0350	407726	6898518	1301	978706.34	-15.2	-80.82	-196.34
19	-69,9408	-28,0376	407522	6898230	1287	978709.16	-15.1	-82.29	-196.61
20	-69,9438	-28,0411	407231	6897841	1285	978711.49	-20.0	-86.01	-200.08
21	-69,9481	-28,0435	406809	6897574	1275	978714.33	-20.2	-86.45	-199.69
22	-69,9522	-28,0448	406409	6897425	1270	978716.78	-20.1	-85.70	-198.45
23	-69,9563	-28,0449	406009	6897414	1264	978719.37	-20.0	-84.74	-197.00
24	-69,9542	-28,0481	406216	6897062	1269	978717.98	-20.1	-84.90	-197.60
25	-70,1266	-27,8090	389026	6923402	935	978827.67	-18.0	-58.46	141.56
26	-70,1280	-27,8086	388889	6923442	920	978831.83	-18.2	-59.05	-140.83

27	-70,1295	-27,8063	388742	6923698	917	978832.66	-18.3	-59.10	140.61
28	-70,1269	-27,8126	389003	6923000	925	978830.74	-15.0	-55.78	137.98
29	-70,1302	-27,8140	388680	6922848	944	978828.46	-15.1	-52.43	136.30
30	-70,1256	-27,8139	389131	6922867	932	978828.39	-15.2	-56.20	139.04
31	-70,1272	-27,8182	388982	6922388	933	978830.91	-12.8	-51.39	-134.29
32	-70,1269	-27,8208	389013	6922096	938	978830.01	-12.2	-50.28	-133.64
33	-70,1223	-27,8248	389467	6921661	944	978825.99	-12.0	-52.57	-136.46
34	-70,1218	-27,8272	389516	6921388	949	978825.66	-12.8	-52.34	-136.67
35	-70,1156	-27,8299	390136	6921094	970	978821.57	-12.1	-49.42	-135.62
36	-70,1146	-27,8320	390230	6920866	988	978819.51	-12.9	-46.88	-134.67
37	-70,1146	-27,8320	390230	6920866	988	978819.51	-12.9	-46.88	-134.67
38	-70,1129	-27,8306	390394	6921025	968	978821.83	-12.9	-50.63	-136.65
39	-69,9699	-28,0427	404665	6897640	1249	978725.77	-12.5	-75.47	186.35
40	-69,9724	-28,0448	404427	6897414	1245	978728.18	-12.3	-74.00	184.60
41	-69,9752	-28,0455	404150	6897330	1243	978727.46	-12.4	-75.74	186.09
42	-69,9744	-28,0043	404189	6901891	1203	978738.54	-14.1	-75.44	182.30
43	-69,9764	-28,0040	403994	6901924	1191	978738.94	-14.2	-78.97	184.73
44	-69,9785	-28,0044	403793	6901878	1190	978735.15	-14.1	-82.84	188.56
45	-69,9813	-28,0942	403592	6891933	1335	978704.36	-18.4	-79.93	-198.47
46	-69,9790	-28,0946	403821	6891886	1335	978705.29	-18.1	-78.89	-197.38
47	-69,9771	-28,0935	404010	6892008	1333	978705.41	-18.0	-79.05	-197.41
48	-69,9765	-28,0936	404068	6892003	1338	978704.51	-18.2	-78.61	-197.41
49	-69,9796	-28,0920	403757	6892181	1329	978706.36	-18.1	-79.20	-197.23
50	-69,9807	-28,0724	403632	6894342	1290	978715.18	-12.0	-74.97	-189.53
51	-69,9827	-28,0809	403445	6893403	1301	978712.58	-12.0	-74.81	-190.34
52	-69,9835	-28,0809	403362	6893404	1306	978710.23	-12.1	-75.63	-191.62
53	-69,9803	-28,0862	403684	6892819	1321	978706.72	-18.2	-81.10	-198.39
54	-69,9789	-28,0888	403821	6892535	1324	978706.22	-18.1	-80.76	-198.32
55	-69,9907	-28,0450	402631	6897371	1323	978718.64	-15.1	-62.40	-179.87
56	-69,9845	-28,0485	403238	6896994	1252	978716.98	-15.0	-86.23	-197.39
57	-69,9830	-28,0488	403384	6896962	1249	978720.07	-15.2	-84.23	-195.14
58	-69,9845	-28,0521	403246	6896589	1255	978721.57	-15.0	-80.93	-192.37
59	-69,9839	-28,0561	403309	6896145	1259	978722.71	-15.1	-78.80	-190.64
60	-69,9831	-28,0594	403383	6895782	1266	978724.65	-15.2	-75.17	-187.59
61	-69,9822	-28,0628	403481	6895414	1273	978712.17	-15.3	-85.81	-198.86
62	-69,9799	-28,0662	403706	6895035	1279	978726.00	-12.1	-67.18	-180.76
63	-69,9799	-28,0687	403709	6894758	1283	978726.47	-12.0	-65.63	-179.54

La anomalía de Bouguer ha sido interpretada considerando los amarres a los afloramientos rocosos realizado en cada perfil y tomando un contraste de densidad de 2.1gr/cm³ para el relleno sedimentario y 2.6gr/cm³ para el basamento rocoso.

La siguiente Tabla N°6 muestra las profundidades calculadas en cada estación.

TABLA N°6, PROFUNDIDAD ROCA BASAL.

Nº	Estación	Este[m]	Norte[m]	Cota[m]	Profundidad a Roca[m]
Perfil Longitudinal río Jorquera G-3					
1	JG1	409237	6900281	1335	0
2	JG2	409066	6899920	1329	-125
3	JG4	408770	6899692	1322	-143
4	JG3	408772	6899536	1320	-291
5	JG5	408898	6899289	1318	-300
6	JG6	408180	6899137	1309	-76
7	JG8	407726	6898518	1301	-121
8	JG9	407522	6898230	1287	-43
9	JG10	407231	6897841	1285	-181
10	JG11	406809	6897574	1275	-134
11	JG12	406409	6897425	1270	-67
12	JG13	406009	6897414	1264	0
13	JG14	406216	6897062	1269	0
Perfil Longitudinal río Pulido G-2					
15	PG12	406178	6896743	1272	0
16	PG11	405939	6896625	1269	-153
17	PG10	406098	6896211	1278	-57
18	PG8	406269	6895716	1287	-24
19	PG7	406565	6894992	1300	-152
20	PG5	406839	6893913	1323	-348
21	PG6	407119	6893590	1331	-325
22	PG3	406899	6893522	1328	-300
23	PG4	406739	6893461	1339	-276
24	PG2	407207	6893127	1339	-158
25	PG1	408089	6892751	1429	0
Perfil Longitudinal río Manflas G-1					
26	MG18	402631	6897371	1323	0
27	MG17	403238	6896994	1252	0
28	MG16	403384	6896962	1249	0
29	MG15	403246	6896589	1255	-48
30	MG14	403309	6896145	1259	-125

31	MG13	403383	6895782	1266	-115
32	MG12	403481	6895414	1273	-600
33	MG11	403706	6895035	1279	-67
34	MG10	403709	6894758	1283	-67
35	MG9	403632	6894342	1290	-319
36	MG8	403362	6893404	1306	-220
37	MG7	403445	6893403	1301	-153
38	MG6	403684	6892819	1321	-381
39	MG5	403821	6892535	1324	-258
40	MG4	403757	6892181	1329	-86
41	MG0	404010	6892008	1333	-48
42	MG3	404068	6892003	1338	-48
43	MG1	403592	6891933	1335	-67
44	MG2	403821	6891886	1335	0
Perfil transversal La Junta G-4					
45	CG1	404665	6897640	1249	0
46	CG2	404427	6897414	1245	-77
47	CG3	404150	6897330	1243	0
Perfil transversal La Junta G-5					
48	CG4	404189	6901891	1203	0
49	CG5	403994	6901924	1191	-34
50	CG6	403793	6901878	1190	0
Perfil Longitudinal Rio Copiapó Sector Los Loros G.6					
51	CG3	388742	6923698	917	0
52	CG2	388889	6923442	920	-86
53	CG1	389026	6923402	935	-8
54	CG5	389003	6923000	925	-76
55	CG8	388982	6922388	933	-134
56	CG9	389013	6922096	938	-14
57	CG10	389467	6921661	944	-129
58	CG11	389516	6921388	949	-124
59	CG12	390136	6921094	970	-57
60	CG14	390394	6921025	968	-100
61	CG13	390230	6920866	988	0
Perfil Longitudinal Rio Copiapó Sector Los Loros G.7					
62	CG6	388680	6922848	944	0
64	CG5	389003	6923000	925	-76
65	CG7	389131	6922867	932	0

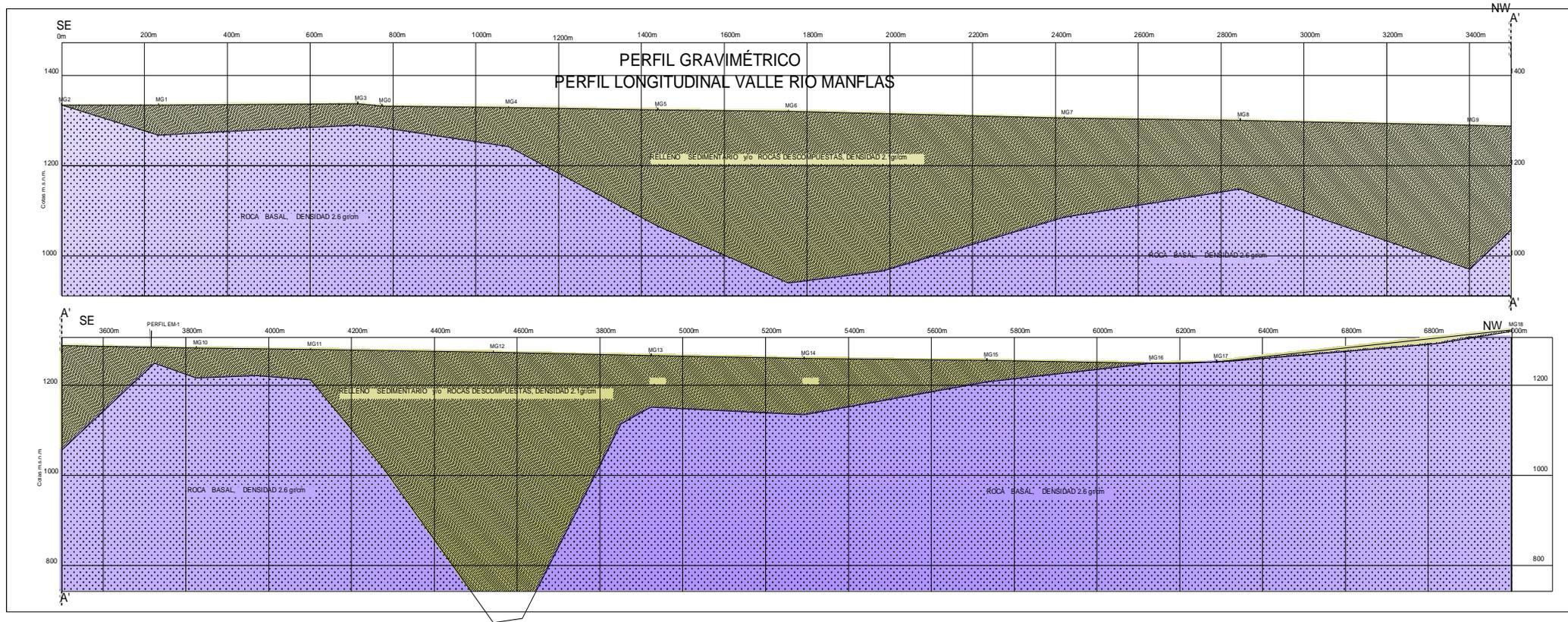
PERFIL GRAVIMETRICO G-1, VALLE RIO MANFLAS, Figs. 2. y 3.1

Se trata de la medición de 19 puntos ubicados a lo largo del valle del río Manflas los que cubren una longitud total de 7km con orientación aproximada S-N.

En ella se han observado las siguientes características.

- En los primeros 1.000m, extremo SE del perfil, la roca alcanza una profundidad de 48m, estaciones MG3 y MG4, profundizando a continuación hasta los 380m en dónde se observa el desarrollo de una primera cuenca, centrada bajo el punto MG6. A continuación la roca sube alcanzando una profundidad de 153m bajo la estación MG8.
- A partir de MG8 y hasta MG10 se desarrolla una segunda cuenca centrada en MG9 con una profundidad de 319m.
- A continuación, entre las estaciones MG11 y MG13 se desarrolla una tercera cuenca centrada en MG12 con profundidad de 600m.
- Finalmente, a partir de MG13 y en dirección al NW la roca asciende progresivamente hasta prácticamente aflorar en las estaciones MG16, 17 y 18.

A continuación se entrega la sección gravimétrica obtenida en este perfil del río Manflas, sin escala, y al final del texto a escala 1 a 5.000.



Sección gravimétrica longitudinal del valle del río Manflas, en grilla reticulada 200x200m².

En color gris se muestra el relleno sedimentario con densidad 2.1gr/cm³. En color azul se muestra el basamento rocoso con densidad 2.6gr/cm³.

PERFIL GRAVIMETRICO G-2, VALLE RIO PULIDO, Figs. 2. y 3.2

Este perfil se ubica longitudinalmente sobre el valle del río Pulido con una longitud de 5.500m. Su extremo Norte se ubica aproximadamente a 300m del extremo SW del perfil G3 en el río Jorquera.

Se midieron 11 puntos denominados PG1 a 12, omitiéndose el punto PG9. Al igual que en el perfil anterior los extremos de este perfil se encuentra sobre afloramientos de roca.

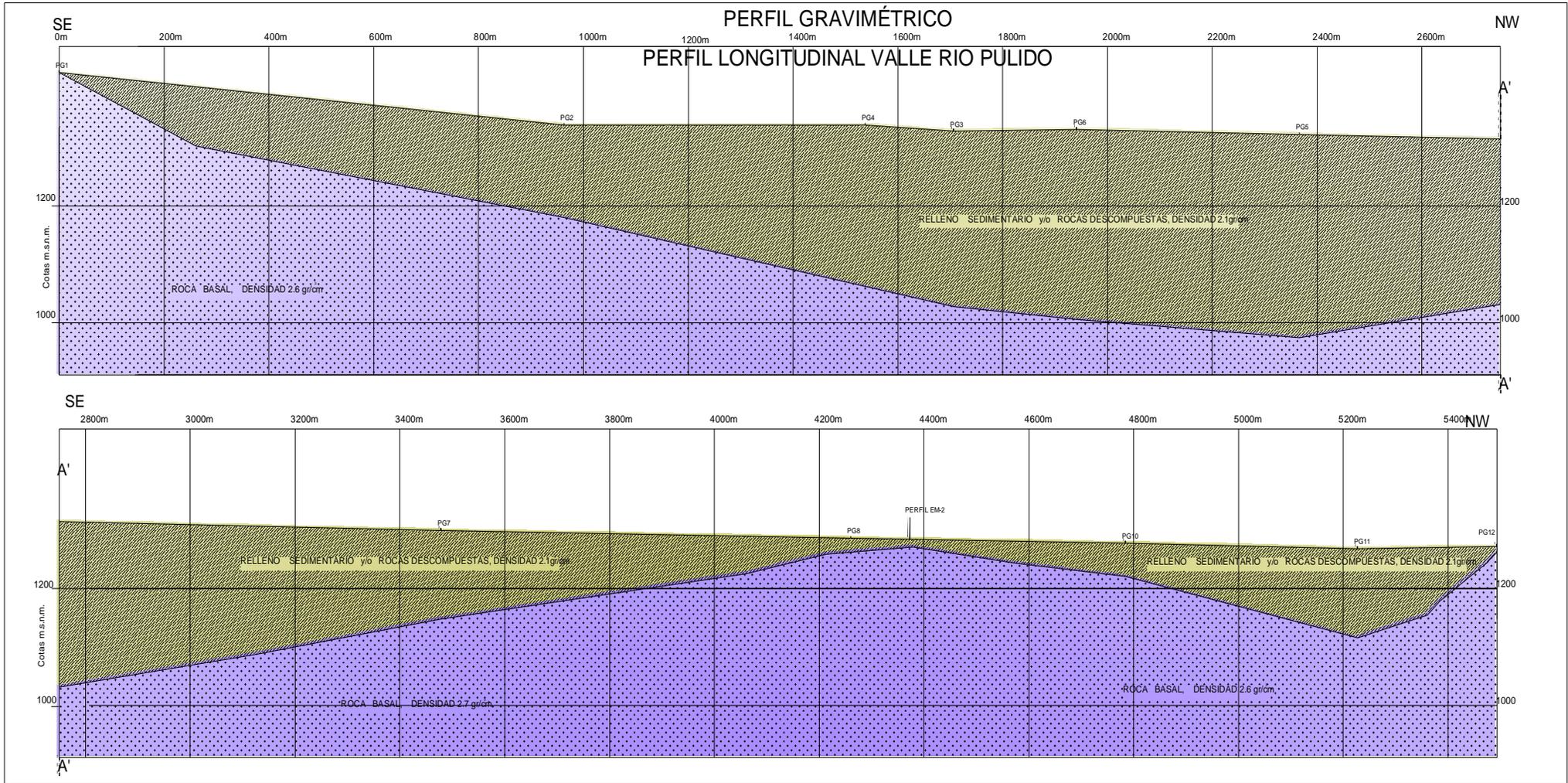
A continuación se entrega el detalle de estos resultados.

- El subsuelo se caracteriza por presentar 2 cuencas.

La primera de ellas se encuentra definida por los puntos PG1 a PG7 y centrada bajo PG 5 y 6 en dónde el basamento rocoso alcanza profundidades entre 325m y 350m.

La segunda cuenca es bastante menor y se encuentra ubicada en el extremo NW del perfil, entre las estaciones PG8 y PG12, centrada bajo PG11 en dónde la roca alcanza una profundidad de 153m.

La siguiente figura muestra la sección gravimétrica del perfil en el río Pulido y en el anexo final de este informe se encuentra a la escala 1:5.000



Sección gravimétrica longitudinal del valle del río Pulido, en grilla reticulada 200x200m².

En color gris se muestra el relleno sedimentario con densidad 2.1gr/cm³. En color azul se muestra el basamento rocoso con densidad 2.6gr/cm³.

PERFIL GRAVIMETRICO G-3, VALLE RIO JORQUERA, Figs. 2. y 3.3

Este perfil incluye la medición de 13 puntos ubicados a lo largo del valle del río Jorquera los que cubren una longitud aproximada de 5.3km con orientación aproximada SW-NE.

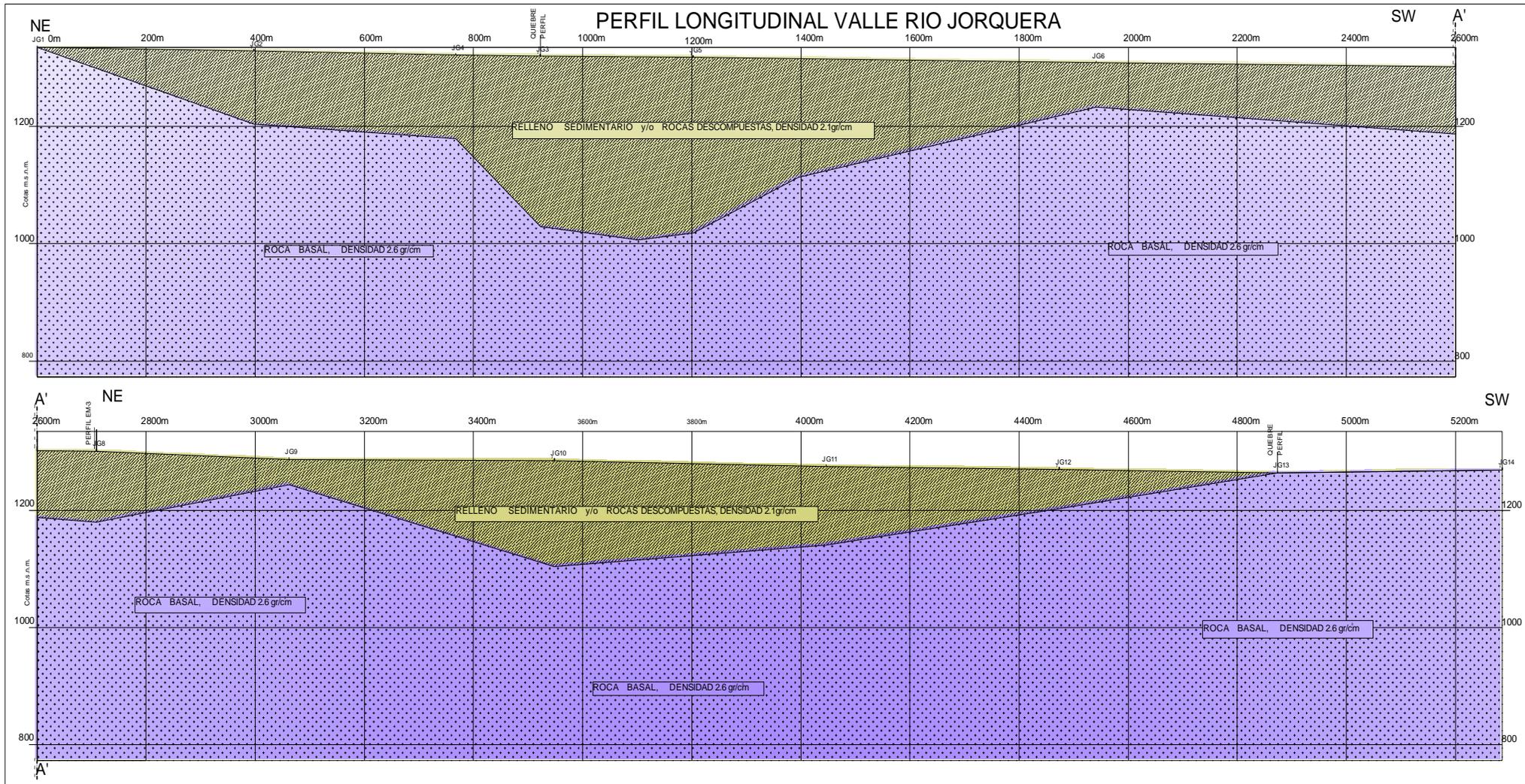
Los puntos fueron denominados en terreno con la letra JG.

Se han observado las siguientes características.

- En el extremo NE del perfil G3 la roca profundiza hasta alcanzar los 143m bajo la estación JG4. A continuación se desarrolla una cuenca entre las estaciones JG4 a JG6 y centrada bajo JG5 en dónde alcanza una profundidad de 300m.
- A partir de JG6 y hasta JG9 el basamento se encuentra a una profundidad promedio de 80m.
- A continuación, entre las estaciones JG9 y JG13 se desarrolla una segunda cuenca centrada en JG10 con profundidad de 181m.
- Finalmente, a partir de JG13 y en dirección al SW la roca asciende progresivamente hasta prácticamente aflorar.

A continuación se entrega la sección gravimétrica obtenida en este perfil del río Jorquera, sin escala, y al final del texto a escala 1 a 5.000.

PERFIL GRAVIMÉTRICO



Sección gravimétrica longitudinal del valle del rio Pulido, en grilla reticulada 200x200m².

En color gris se muestra el relleno sedimentario con densidad 2.1gr/cm³. En color azul se muestra el basamento rocoso con densidad 2.6gr/cm³.

PERFILES GRAVIMETRICOS G-4 y G-5, VALLE RIO COPIAPO, SECTOR LA JUNTA, Figs. 2. y 3.4

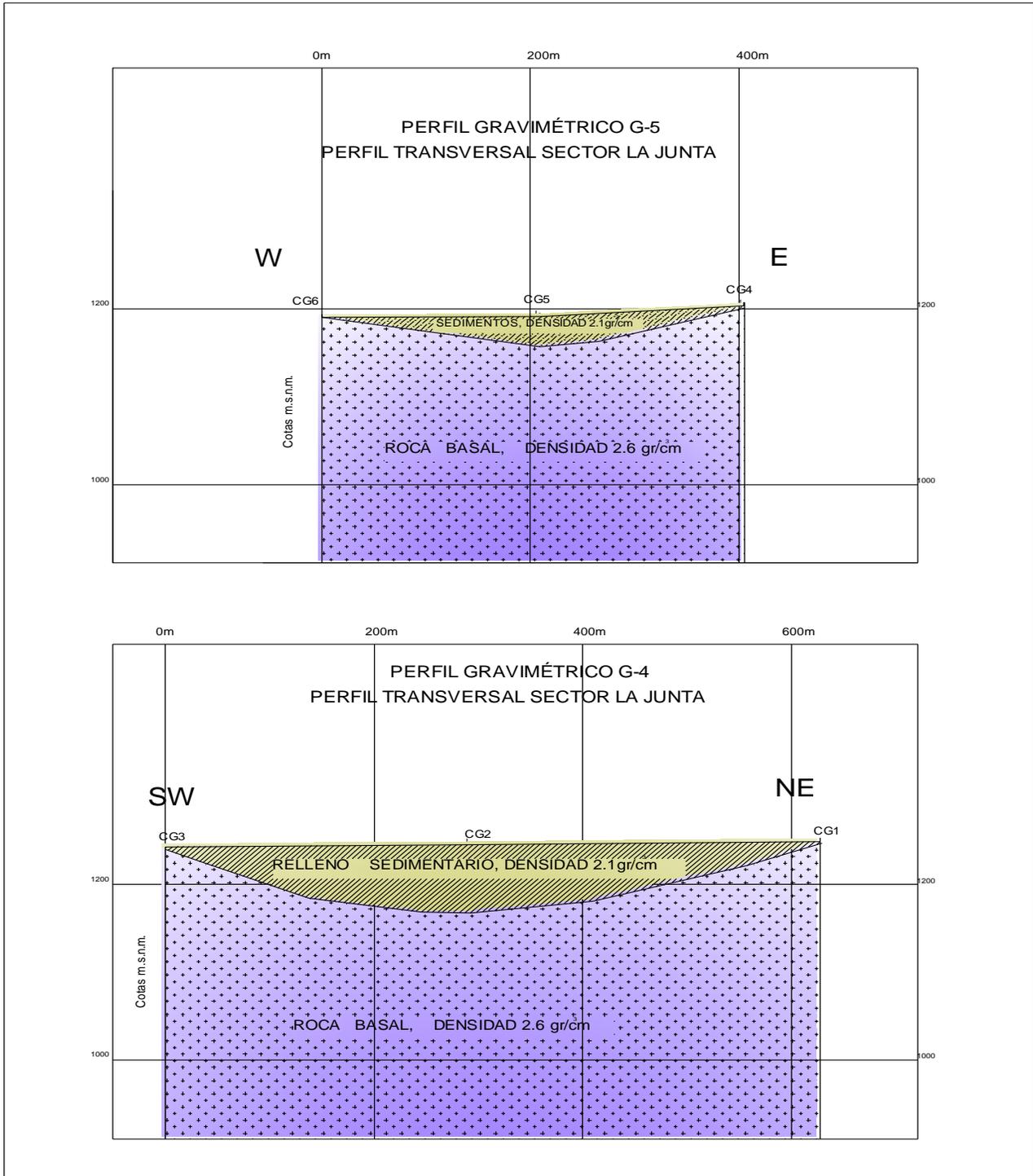
Estos perfiles se ubican transversalmente al valle del río Copiapó. El primero de estos, G-4, se ubica en la junta de los ríos Pulidos y Jorquera con una longitud de 630m. El segundo perfil G-5 se ubica aproximadamente 1.5km aguas arriba del embalse Lautaro. Tiene una longitud de 405m y se encuentra formado por las estaciones CG4, CG5 y CG6.

Al igual que en los casos anteriores los extremos de ambos perfiles se encuentran ubicados sobre afloramientos de roca.

A continuación se entrega el detalle de estos resultados.

- El primero de estos perfiles G-4 se encuentra formado por la estaciones CG1, CG2 y CG3 y el basamento rocoso alcanza una profundidad de 77m.
- El segundo perfil G-5 se encuentra formado por la estaciones CG4, CG5 y CG6 y el basamento rocoso alcanza una profundidad de 34m.

La siguiente figura muestra la sección gravimétrica de ambos perfiles en el río Copiapó y en el anexo final de este informe se encuentran a la escala 1:5.000.



Secciones gravimétricas en el valle del río Copiapó. En color gris se muestra el relleno con densidad 2.1gr/cm^3 . En azul se muestra el basamento rocoso con densidad 2.6gr/cm^3 .

5.2.2 PERFILES ELECTROMAGNETICOS SECTOR Nº1.-JUNTA DE LOS RIOS MANFLAS, PULIDOS Y JORQUERA.

Previo al detalle de los resultados obtenidos en estos perfiles es conveniente destacar que las secciones de resistividad presentan una distribución de curvas que corresponde al contorno iso-resistivo construido por un software especializado “*Surfer*”. En el procedimiento de construcción de curvas iso-resistivas previamente se construye una grilla de bloques rectangulares con valores que provienen de un modelo estadístico resuelto por el “*Surfer*”.

Los valores de resistividad obtenidos en el proceso de inversión de las curvas se entregan en el anexo final del presente informe.

Las figuras 3.5 a 3.9 muestran las secciones resistivas de los 5 perfiles electromagnéticos EM-1 a EM-5, a la escala 1:1.000 con información de 150m de profundidad en donde el basamento ha quedado completamente definido. En ellas se entregan curvas iso-resistivas de acuerdo a la interpolación de 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 700, 1.000, y a partir de esta última cada 500ohm-m.

A continuación se entrega un texto detallado con estos resultados los que son acompañados por las secciones resistivas, “sin escala”, para facilitar la comprensión del texto. Adicionalmente, en el Anexo final de este informe se acompañan todas las figuras a las escalas indicadas.

PERFIL ELECTROMAGNETICO EM-1, VALLE RIO MANFLAS, Figs. 2 y 3.5.

Este perfil corre transversalmente al valle del río Manflas y cruza el perfil gravimétrico entre las estaciones MG9 y MG10. Se encuentra formado por los puntos MSG1,2, 3, y 4, con una longitud de 525m y una orientación W-E.

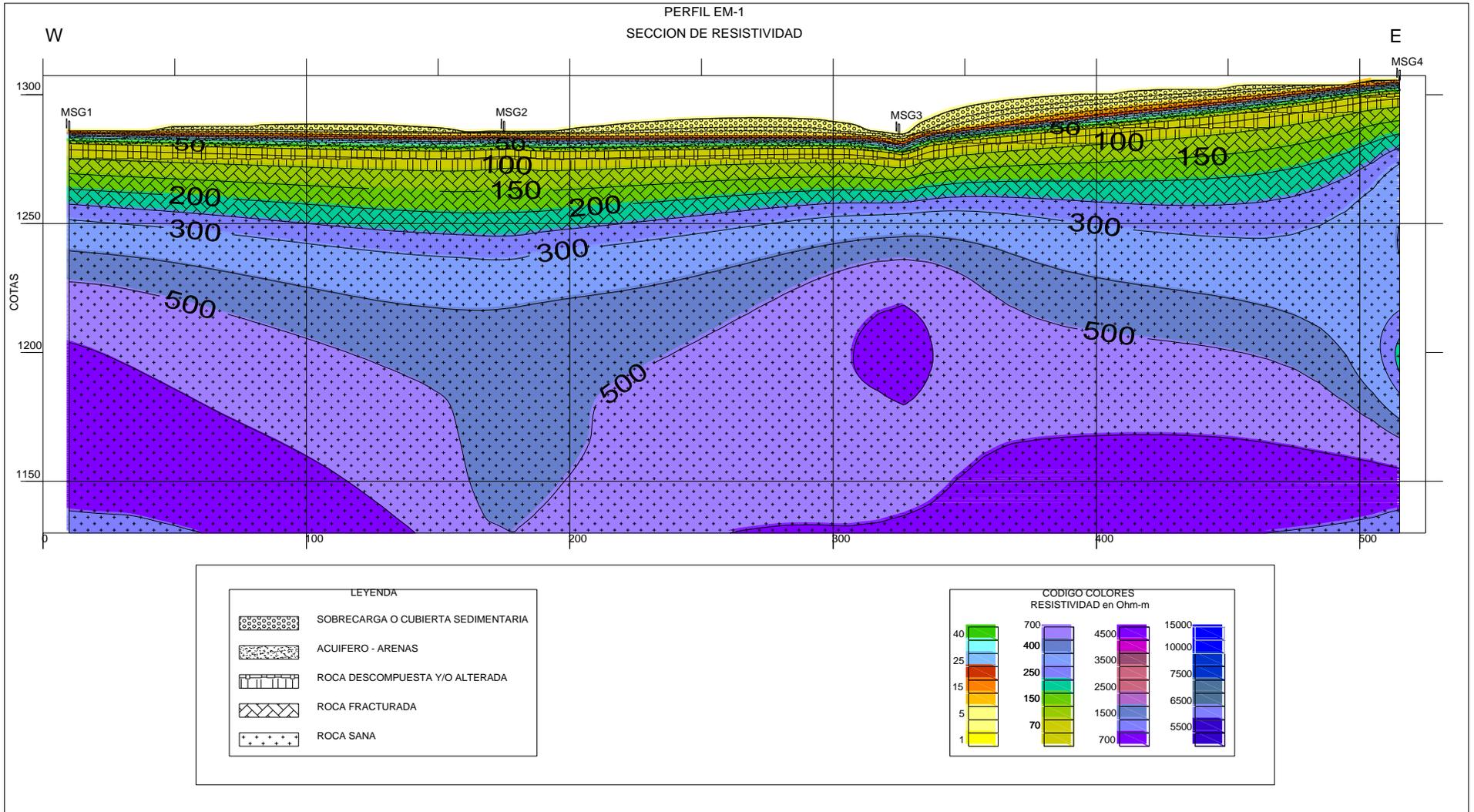
En estas figuras se han identificado de acuerdo a la correlación entregada en la Tabla N°4 las siguientes unidades:

- Sobrecarga o cubierta sedimentaria. Se trata de unidades con resistividades menores que 50ohm-m y que se encuentran próximas a la superficie. La característica principal de esta unidad es su gran contenido de arcillas en el rango 10 a 20Ohm-m y un alto nivel de saturación y contenido de humedad en el rango 20 a 40Ohm-m. Esta unidad presenta un espesor máximo de 15m preferentemente hacia el sector E del perfil.
- Rocas descompuestas y/ Fracturadas. Estas se identifican con resistividades variables entre 50 y 250ohm-m. Las primeras, rocas descompuestas, se encuentran en el rango 50ohm-m a 100ohm-m, (+/- 20ohm-m), y corresponden a rocas muy afectadas por la meteorización fácilmente removibles con maquinaria pesada. Las segundas, rocas fracturadas, se manifiestan con resistividades mayores que 100ohm-m y suelen estar asociadas a fenómenos estructurales como fallamientos y/o rocas colapsadas por fenómenos tectónicos.

Estas unidades comprometen profundidades entre 10 y 40m

- Rocas Fracturadas a Sanas. Estas presentan resistividades mayores que 250ohm-m y alcanzan valores hasta 500ohm-m manifestándose a una profundidad promedio de 40m. Estas unidades y particularmente aquellas con resistividades altas, entre 250 y 500ohm-m, no contienen niveles saturados.

A continuación se muestra sin escala la distribución de las resistividades en el río Manflas con su correspondiente correlación geológica. En el anexo final de este informe se acompaña esta misma figura a la escala 1:1.000.



Sección de resistividad correspondiente al perfil EM-1 con su respectiva correlación geológica en valle río Manflas.

PERFIL ELECTROMAGNETICO EM-2, VALLE RIO PULIDO, Figs. 2 y 3.6.

Se ubica aproximadamente 1.5km aguas arriba de la junta de los ríos Pulido y Jorquera y cruza el perfil gravimétrico G-2 entre las estaciones PG8 y 10. Tiene una longitud de 690m con una orientación SW-NE.

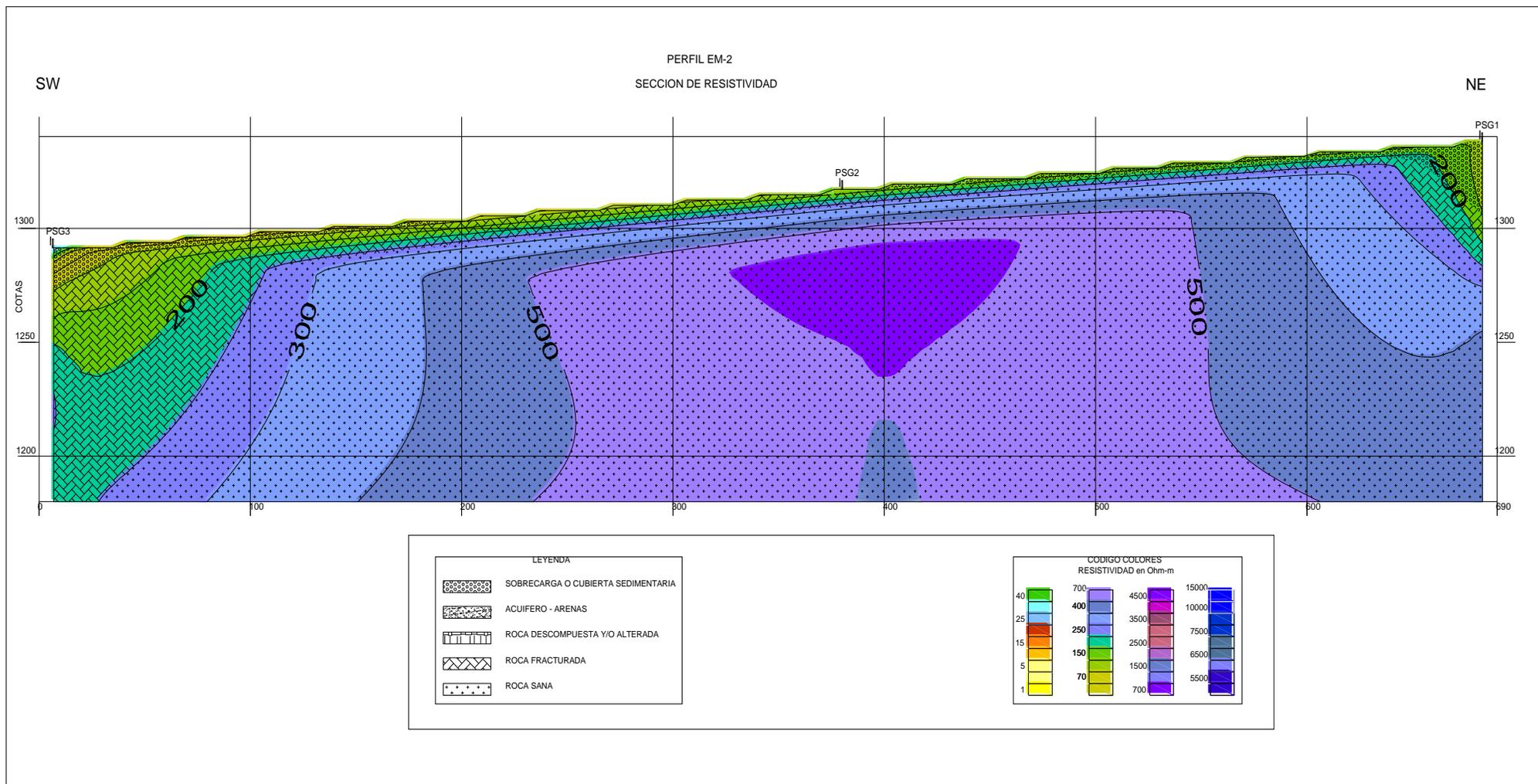
Se encuentra formado por los puntos PSG1, 2 y 3 y en él se han definido dos ambientes geológicos diferentes. Estos están caracterizados por un cuerpo de roca masiva predominante en el actual curso del río Pulido y por la presencia de sedimentos y materiales de acarreo en los extremos del perfil. Probablemente los cursos originales del río se desarrollaron en los flancos laterales del valle actual.

A continuación se detallan estos resultados.

- El subsuelo en la parte central PSG2 se caracteriza por la presencia de una gran masa rocosa, de alta resistividad, ubicada en la zona central del perfil.
Esta unidad presenta una sobre carga de 3m y a continuación un espesor de 5m de rocas fracturadas con resistividades entre 100 y 250ohm-m. Posteriormente se observan resistividades mayores que 250ohm-m asociadas a rocas prácticamente sanas o de baja fracturación.
- En la parte correspondiente al punto PSG-3, extremo SW del perfil, se observa una pequeña cuenca con material de relleno de profundidad aproximada 15m, se trata de una zona de infiltración de aguas subterráneas.
La resistividad aumenta progresivamente desde 100 hasta 250ohm-m revelando la presencia de rocas fracturadas entre los 20 y 110m de profundidad.
A mayor profundidad la resistividad aumenta progresivamente con resistividades mayores que 250ohm-m correlacionándose con rocas prácticamente sanas.
- En el extremo NE del perfil se observa el desarrollo de una cuenca menor que la

anterior observándose la presencia de rocas fracturadas a la profundidad de 30m y rocas prácticamente sanas a la profundidad de 55m.

A continuación se muestra la sección resistiva correspondiente al perfil EM-2 transversal al río Pulido, sin escala. También se entrega al final de este informe a la escala 1:1.000.



Sección de resistividad correspondiente al perfil EM-2 con su respectiva correlación geológica en valle río Pulido.

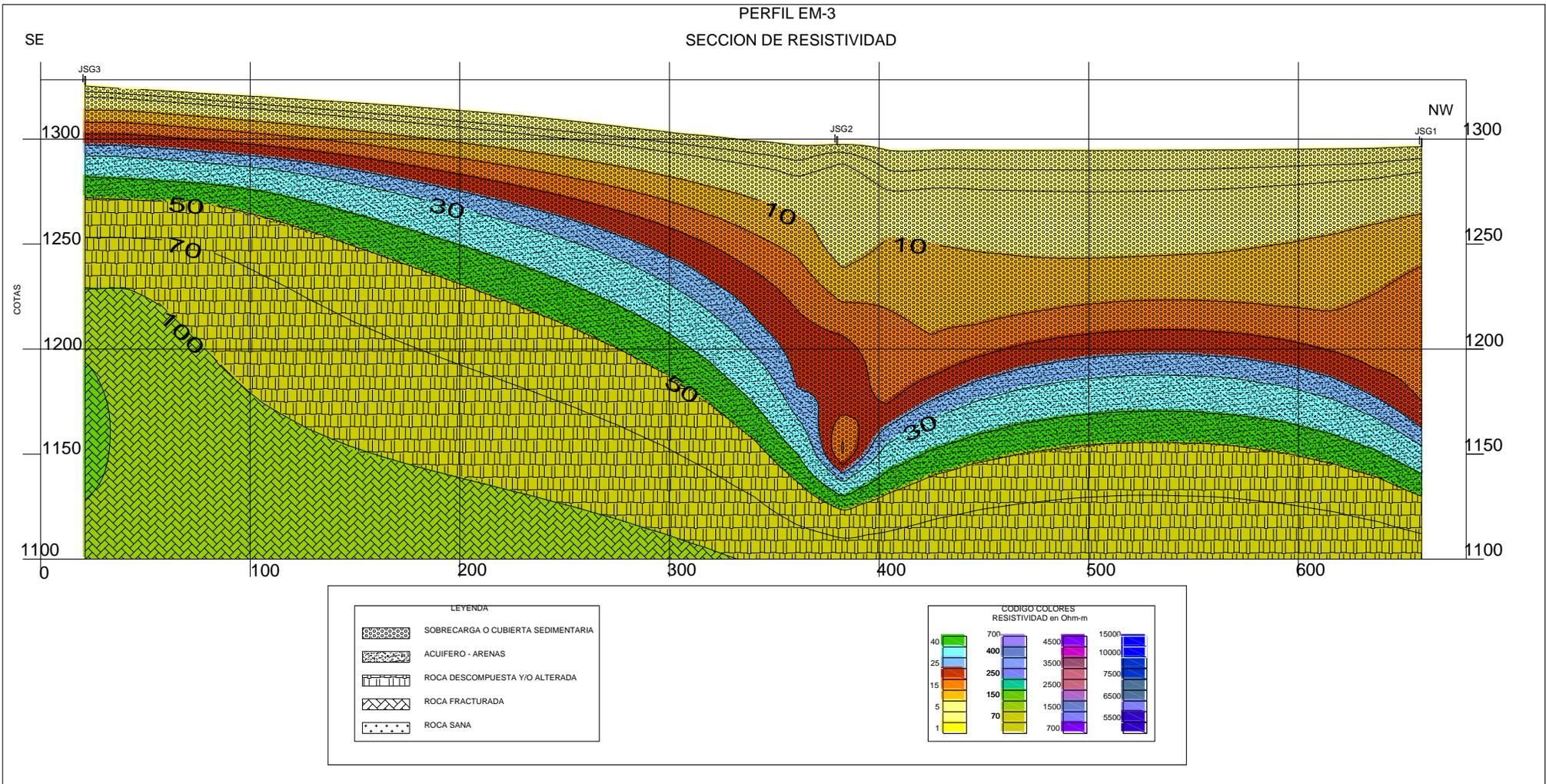
PERFIL ELECTROMAGNETICO EM-3, VALLE RIO JORQUERA, Figs. 2 y 3.7.

Este se ubica 2Km al Noreste de la junta de los ríos Jorquera y Pulido y en forma transversal a la quebrada del río Jorquera cruzando el perfil gravimétrico G-3 en su estaca JG8. Se encuentra formado por los puntos JSG1, 2 y 3 con una longitud de 680m y con orientación aproximada SE-NW.

Se detectaron las siguientes características:

- Existe en la parte central del perfil, coincidiendo con el actual curso del río Jorquera en la estaca JSG2, una cuenca bien desarrollada con un relleno sedimentario de aproximadamente 170m. En el extremo NW de este perfil la cuenca persiste en profundidad no así hacia el extremo SE en dónde el espesor del material sedimentario se reduce a 50m.
- La base de esta unidad sedimentaria presenta resistividades propias de niveles saturados revelando la existencia de un acuífero de gran potencial. Sin embargo el nivel subyacente se encuentra conformado por resistividades asociadas a rocas descompuestas y/o fracturadas configurando un sistema importante de infiltración am los niveles inferiores.
- No se detectaron estructuras conductoras profundas que pudieran asociar el desarrollo del valle Jorquera a una falla.

A continuación se muestra la sección resistiva correspondiente al perfil EM-3 sin escala. También se entrega al final de este informe a la escala 1:1.000.



Sección resistiva correspondiente al perfil EM-3 con indicación del acuífero existente sobre los niveles de rocas fracturadas.

PERFIL ELECTROMAGNETICO EM-4, VALLE RIO COPIAPO, Figs. 2 y 3.8.

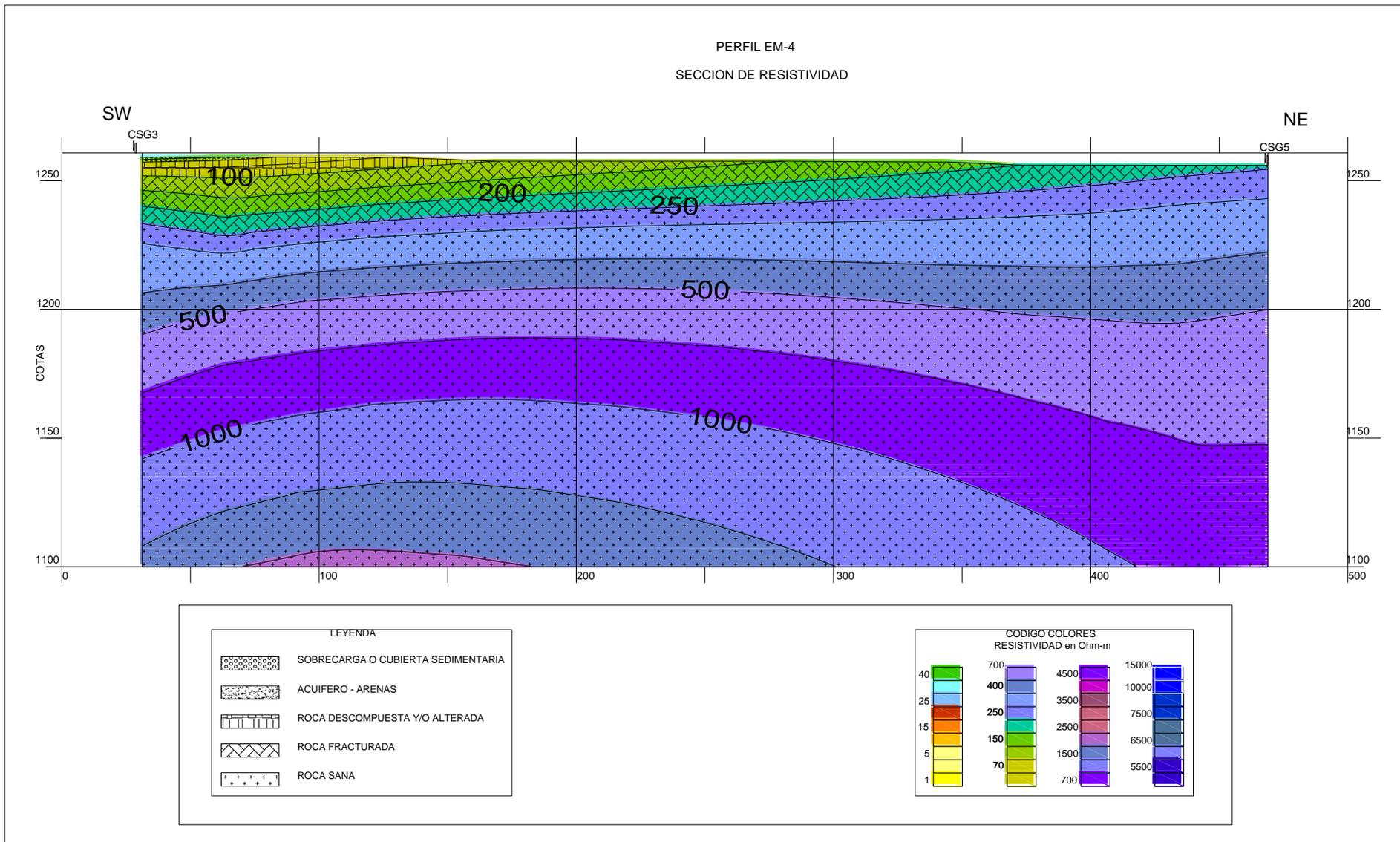
Este se ubica en la parte baja de la quebrada formada por la junta de los ríos Jorquera y Pulido dando origen al río Copiapó. Se encuentra formado por los puntos CSG3 y 5, con dirección SW-NE y una longitud de 500m.

Presenta las siguientes características:

- En el extremo SW del perfil, punto CSG3, se desarrolla una sobrecarga de muy bajo espesor menor que 5m. Bajo esta unidad se presentan rocas descompuestas y/o fracturadas con una potencia de 25m.
A mayor profundidad se observa un incremento sostenido de las resistividades las que se asocian a la presencia de la roca fundamental.

- En el extremo NE del perfil solo se observan valores asociados a rocas fracturadas y roca fundamental.

A continuación se muestra la sección respectiva de este perfil sin escala y en el Anexo de este informe, al final del texto, a la escala 1 a 1.000.



Sección de resistividad correspondiente al perfil N^o4 con indicación de los sectores asociados a infiltración.

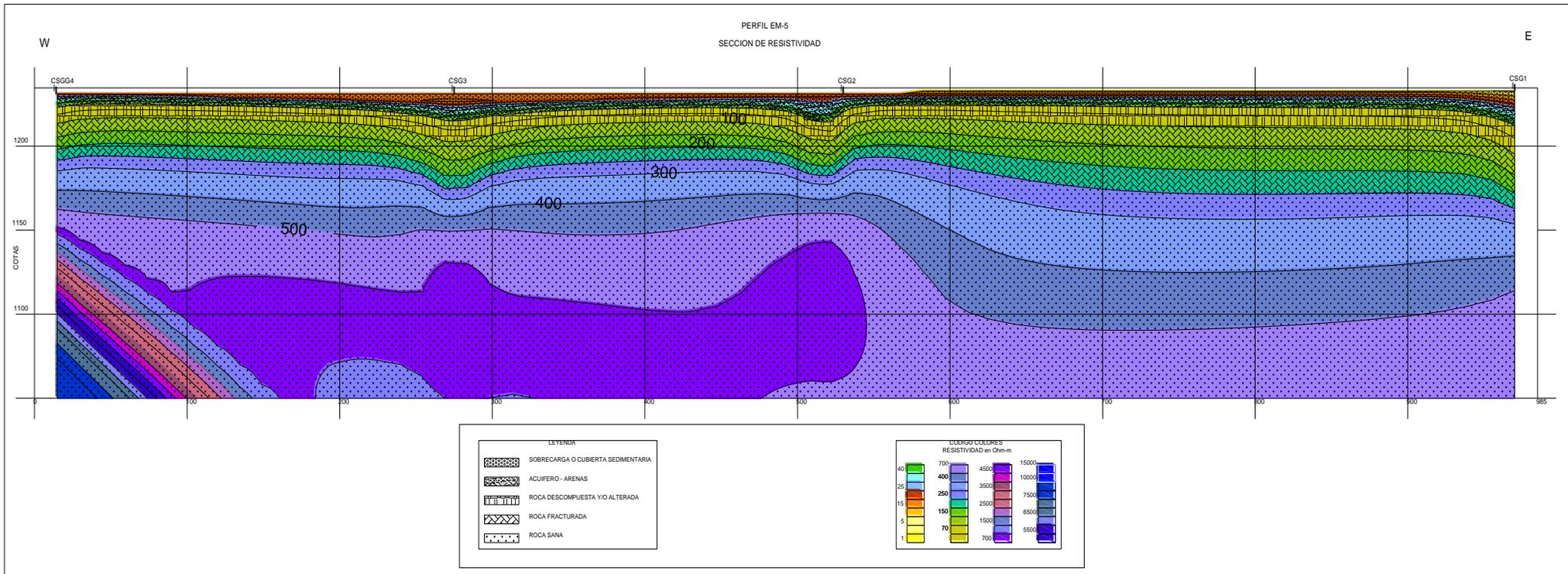
PERFIL ELECTROMAGNETICO EM-5, VALLE RIO COPIAPO, Figs. 2 y 3.9.

Este perfil en el valle del río Copiapó, distante 2km aguas abajo del perfil anterior. Tiene una orientación W-E, transversal a la quebrada, y con longitud de 980m.

Se observaron las siguientes características:

- A lo largo del perfil se desarrolla una cubierta sedimentaria amplia, con un espesor promedio de 15m, y que tiende a desaparecer a mayor profundidad. Presenta resistividades asociadas a un contenido importante de aguas subterráneas, sin embargo no se observa un cauce preferencial probablemente por la baja densidad de puntos de medición.
- A partir de los 15 y hasta los 50m de profundidad predominan resistividades asociadas a rocas descompuestas y/o fracturadas con un leve aumento de su espesor en dirección E.
- A profundidades mayores que 50m las resistividades aumentan sostenidamente reflejando la presencia del basamento rocoso fundamental.
En el extremo W del perfil las resistividades muestra la caja de roca fundamental del valle.

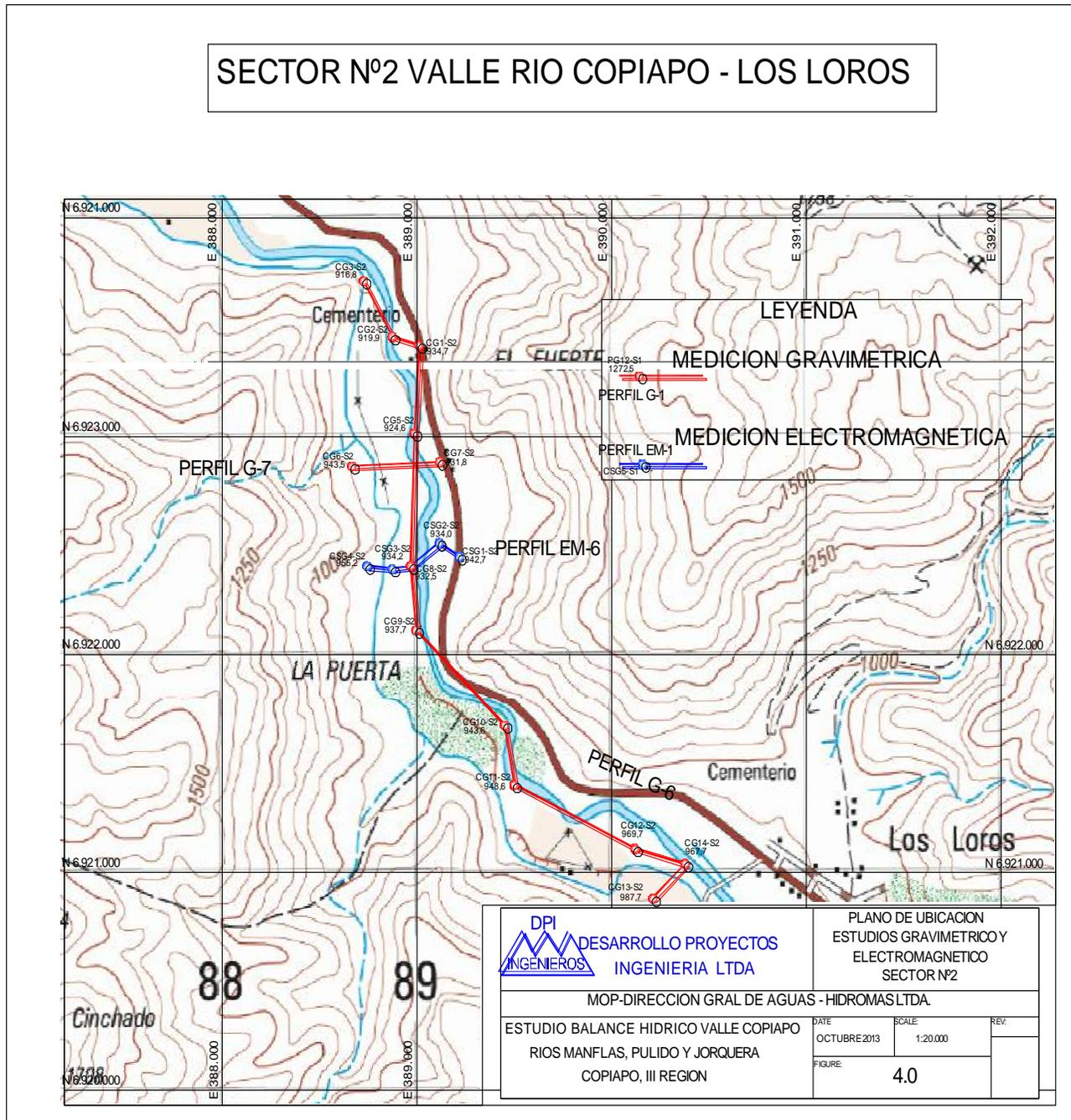
A continuación se muestra la sección respectiva de este perfil sin escala y en el Anexo de este informe a la escala 1 a 1.000.



Sección de resistividad correspondiente al perfil EM-5 revelando el aumento progresivo de la resistividad en profundidad asociada a la roca fundamental del valle.

5.3 RESULTADOS GEOFISICOS SECTOR N°2.-VALLE DEL RIO COPIAPO- SECTOR LOS LOROS, (Fig. N°4).

En la Fig. N°4 entregada en el anexo final de este informe se muestra a la escala 1:20.000 la ubicación de los 2 perfiles gravimétricos G-6 y G-7y el perfil electromagnético EM-6 ejecutados en este sector. A continuación se muestra la misma figura sin escala.



5.3.1 PERFILES GRAVIMETRICOS SECTOR Nº2.- VALLE RIO COPIAPO- SECTOR LOS LOROS.

PERFIL GRAVIMETRICO G-6, Figs. 4 y 5.1

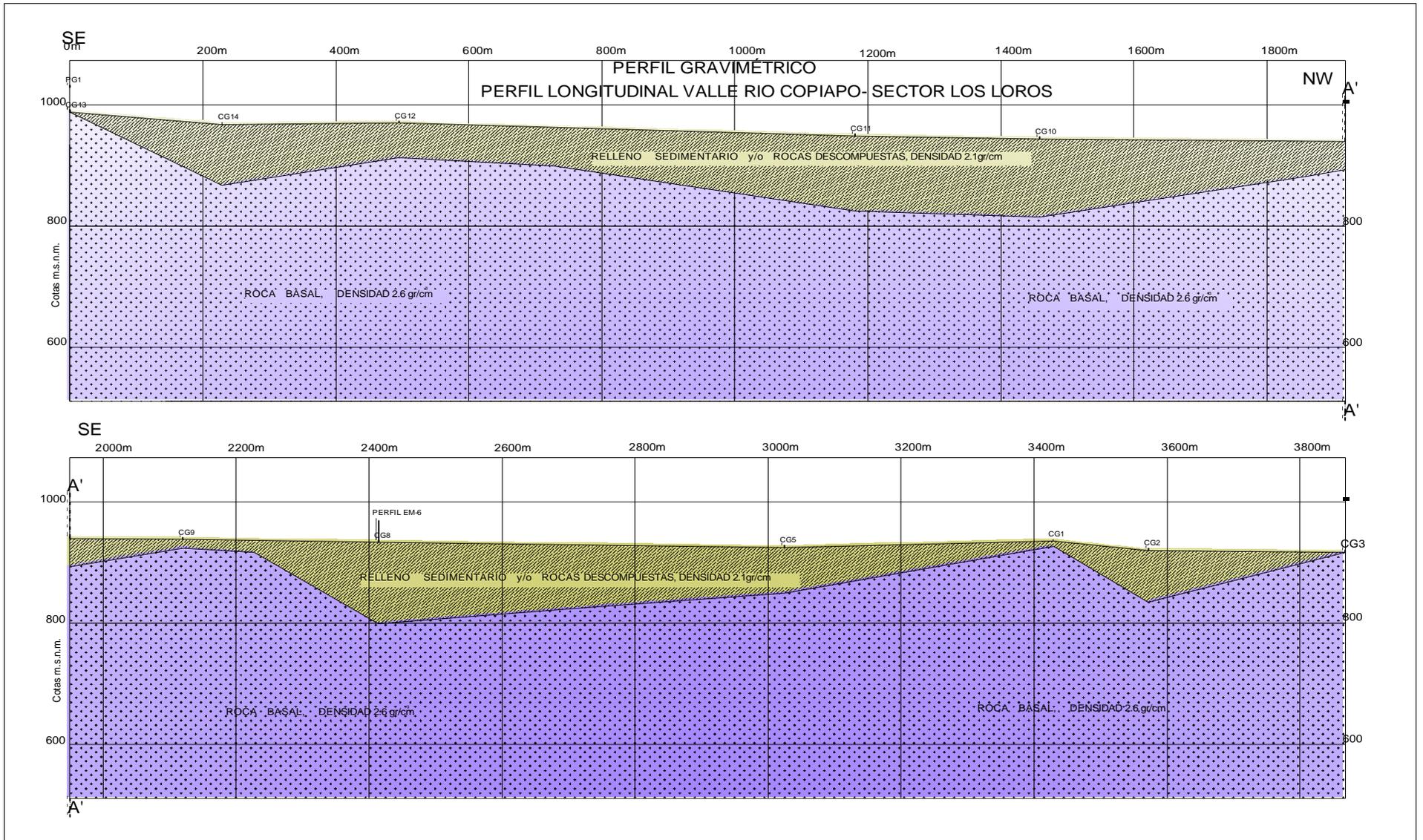
Ubicado en la misma quebrada del río Copiapó y en forma longitudinal al valle partiendo de la localidad de Los Loros se ejecutó el perfil G-6 formado por los puntos CG1 a CG14 con una longitud total de 3.9km y orientación SE-NW.

Se observaron las siguientes características:

- A lo largo del perfil se desarrolla una cubierta sedimentaria amplia, con un espesor mayor en la parte media del perfil, CG10 y CG11, promedio 127m y que tiende a disminuir a 10m aguas arriba hacia el extremo SE del perfil.
- En el centro del perfil, estaca CG9, se observa un levantamiento del basamento y que resulta coincidente con la angostura del valle en el sector denominado La Puerta. En este sector la profundidad de la roca alcanza los 14m.
- A partir del punto anterior y aguas abajo pareciera que en el valle se desarrollara una segunda cuenca, sin embargo este efecto lo produce el punto CG1 el cual se encuentra ubicado en la parte superior del valle, ribera derecha, en el sector denominado El Fuerte.

En efecto descontando la información del punto CG1 la profundidad del basamento rocoso entre las estacas CG2 y CG9 se encuentra a profundidades variables entre 75 y 135m observándose la máxima profundidad en el punto CG8.

A continuación se muestra la sección respectiva de este perfil sin escala y en el Anexo de este informe a la escala 1 a 5.000.



Sección gravimétrica correspondiente al perfil G-6 en el valle del río Copiapó, sector de Los Loros.

PERFIL GRAVIMETRICO G-7, (Figs 2 y 5.2)

Este perfil se ubica transversal al valle del río Copiapó en el sector denominado El Fuerte. Tiene una orientación W-E y longitud de 450m, formado por las estaciones CG1 y CG2.

Se observan las siguientes características:

- A lo largo del perfil se desarrolla una cubierta sedimentaria propia del valle del río Copiapó con espesor de 76m y que tiende a desaparecer en ambos extremos del perfil, en dónde se observan afloramientos de roca.
- En la parte central del perfil la roca bajo el curso actual del río la roca se encuentra en el rango de los 70 a 80m de profundidad.

A continuación se muestra la sección resistiva correspondiente al perfil G-7 sin escala. También se entrega al final de este informe a la escala 1:5.000.

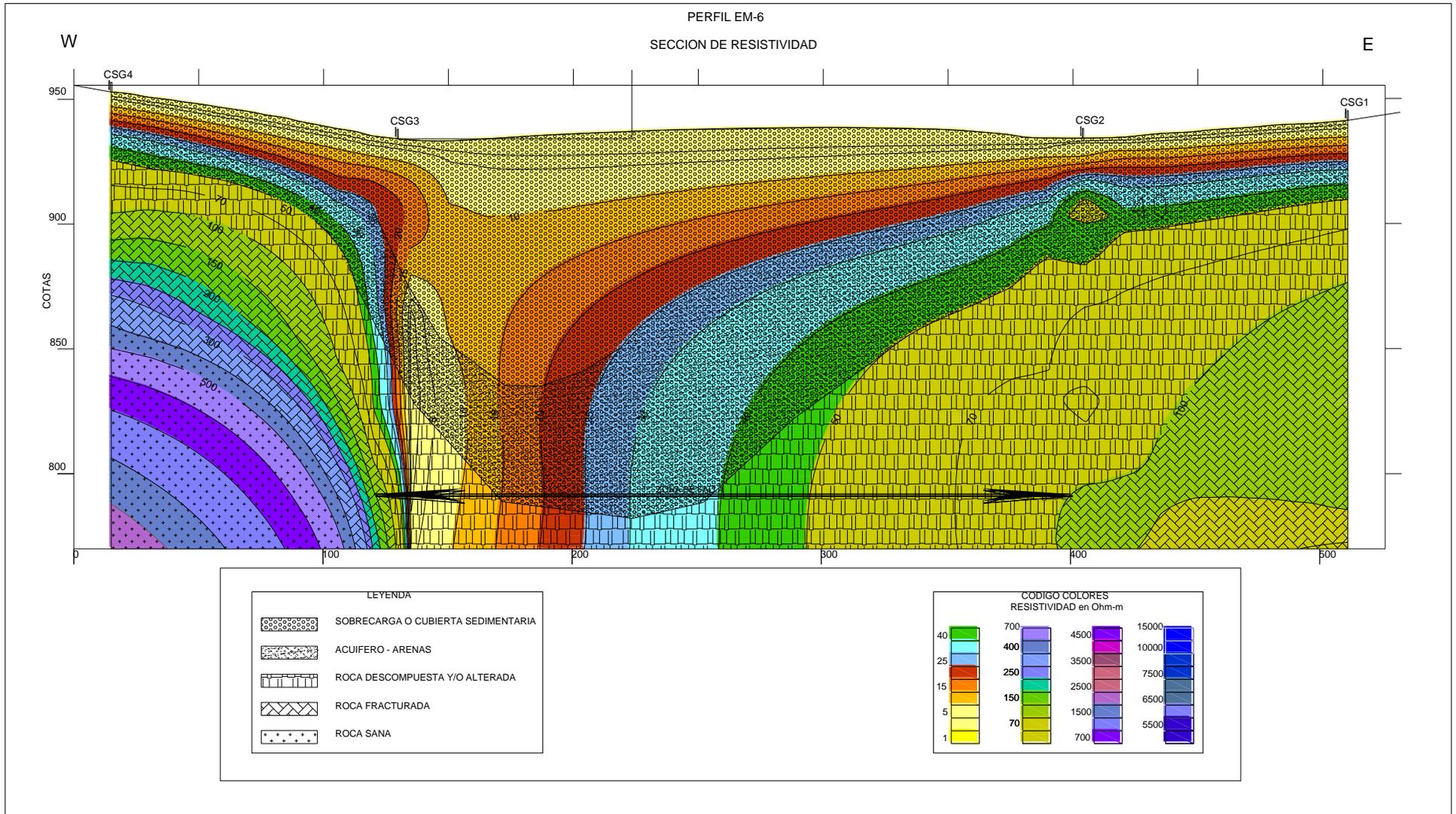
5.3.2 PERFIL ELECTROMAGNETICO EM-6, VALLE RIO COPIAPO- SECTOR LOS LOROS, FIGS 4 y 5.3.

Este se ubica paralelo al perfil G-7, 450m aguas arriba y cruzando transversalmente a la quebrada del río Copiapó, con orientación aproximada W-E. Se encuentra formado por los puntos CSG1 a CSG4 con una longitud de 525m.

Se detectaron las siguientes características:

- Existe en la parte central del perfil, bajo la estaca CSG3 una estructura vertical bien desarrollada con un relleno sedimentario de aproximadamente 150m. Se trata de una estructura conductora con fuerte desarrollo en profundidad y que se estima corresponde a una falla con condiciones favorables para encauzar las aguas subterráneas que provienen de los sectores altos.
- En el extremo W de este perfil el relleno sedimentario alcanza una profundidad de 30m. A continuación, hasta los 90m de profundidad, predominan rocas descompuestas y/o rocas fracturadas. A mayor profundidad la resistividad aumenta progresivamente caracterizando la presencia de roca fundamental.
- En el extremo E del perfil el relleno sedimentario también se manifiesta hasta una profundidad de 30m. A mayor profundidad solo se detectaron rocas descompuestas y/o rocas fracturadas.
- No obstante se manifiesta la presencia de esta estructura vertical o falla, existe una alta probabilidad que los sedimentos finos de arrastre del valle impermeabilicen esta estructura en profundidades estimadas entre 150 y 200m constituyendo un acuífero de gran potencia.

A continuación se muestra la sección resistiva correspondiente a este perfil EM-6 sin escala. También se entrega al final de este informe a la escala 1:1.000.



Sección de resistividad del perfil EM-6 con indicación de la presencia de una estructura vertical importante del tipo falla.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES.

Nuestra empresa DPI Ltda y a solicitud de la empresa Hidromas Ltda realizó la presente investigación geofísica para la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas con la finalidad de identificar en los niveles superiores del valle del río Copiapó, ríos Manflas, Pulido, Jorquera, sector La Junta y Los Loros la geometría del subsuelo. Además precisar depósitos de aguas subterráneas que sean aprovechables de manera sustentable en las localidades adyacentes al valle del río Copiapó, III región, fig. N°1.

Para tales efectos se aplicaron los métodos gravimétrico (1) y electromagnético (2), los cuales midiendo los efectos de atracción del campo gravitacional de las masas del subsuelo y las resistividades que ellas presentan permite calcular las profundidades del basamento rocoso y caracterizar los materiales del relleno sedimentario.

Las áreas de estudio se diferenciaron en “sector N°1” correspondiente a la “Junta de los ríos Manflas, Pulido y Jorquera”, y “sector N°2” correspondiente al valle del río Copiapó, en la localidad de Los Loros.

Se realizaron 60 mediciones gravimétricas y 20 mediciones electromagnéticas, en las cuales los perfiles gravimétricos se ubicaron preferentemente longitudinal a los valles mientras que los perfiles electromagnéticos se ubicaron transversales a estos.

Los resultados obtenidos en el estudio gravimétrico se presentan en secciones verticales 1:5.000 con indicaciones de la profundidad del basamento rocoso para un contraste de densidad de 0.5mgal entre roca y relleno sedimentario. En el caso del estudio electromagnético, los resultados se presentan en secciones verticales 1:1.000 que muestran la distribución de la resistividad del subsuelo.

6.1 SECTOR Nº1, JUNTAS RIO MANFLAS, PULIDO, JORQUERA Y VALLE COPIAPO

PERFILES GRAVIMETRICOS.

- VALLE RIO MANFLAS.

Se detectaron tres cuencas a lo largo del perfil gravimétrico. La primera de esta con una profundidad de 380m, la segunda con una profundidad de 320m y finalmente una tercera cuenca con profundidad de 600m.

- VALLE RIO PULIDO.

Se detectaron 2 cuencas. En la primera de ellas el basamento rocoso alcanza profundidades entre 325m y 350m.

La segunda cuenca es bastante menor y se encuentra ubicada en el extremo NW del perfil. La roca alcanza una profundidad de 150m.

- VALLE RIO JORQUERA.

Se detectó en la parte inicial del perfil el desarrollo de una cuenca importante con una profundidad de 300m.

- VALLE RIO COPIAPO, SECTOR LA JUNTA.

La roca fundamental profundiza en los sectores correspondientes al actual curso del río Copiapó observándose profundidades variables entre 35 y 80m.

PERFILES ELECTROMAGNETICOS.

- VALLE RIO MANFLAS.

Sobrecarga o cubierta sedimentaria. Esta unidad presenta un espesor máximo de 15m preferentemente hacia el sector E del valle.

Rocas descompuestas y/o Fracturadas. Estas unidades comprometen profundidades entre 10 y 40m

Rocas Fracturadas a Sanas. Estas presentan resistividades mayores que 250ohmm manifestándose a una profundidad mayor que 40m.

- VALLE RIO PULIDO.

El subsuelo se caracteriza por la presencia de una gran masa rocosa, de alta resistividad, ubicada en la zona central del perfil.

- VALLE RIO JORQUERA.

Relleno sedimentario de aproximadamente 170m y que se reduce a 50m hacia el sector de la Junta.

La base de esta unidad sedimentaria presenta resistividades propias de niveles saturados revelando la existencia de un acuífero de gran potencial.

- VALLE RIO COPIAPO, SECTOR LA JUNTA.

Presenta una sobrecarga de muy bajo espesor, menor que 15m. Bajo esta unidad se presentan rocas descompuestas y/o fracturadas.

A mayor profundidad se observa un incremento sostenido de las resistividades las que se asocian a la presencia de la roca fundamental.

6.2 SECTOR Nº2 VALLE DEL RIO COPIAPO- SECTOR LOS LOROS.

Se ejecutaron 2 perfiles gravimétricos y un perfil electromagnético. Ubicados en la misma quebrada del río Copiapó partiendo de la localidad de Los Loros se ejecutaron los perfiles gravimétricos G-6 y G-7 y el electromagnético EM-6.

PERFILES GRAVIMETRICOS.

Se observaron las siguientes características:

- Presentan una cobertura amplia con espesores promedio 127m que disminuyen hacia ambos extremos del perfil en dónde se ven algunos afloramientos rocosos.

- En el centro del perfil gravimétrico se observa un levantamiento del basamento coincidente con la angostura del sector La Puerta en dónde se determinó una profundidad de 14m a la roca.

PERFIL ELECTROMAGNETICO.

Se detectaron las siguientes características:

- Existe una estructura vertical que se estima corresponde a una falla con condiciones favorables para encauzar las aguas subterráneas que provienen de los sectores altos.
- Hacia ambos extremos del perfil el relleno sedimentario alcanza una profundidad de 30m. A mayor profundidad solo se detectaron rocas descompuestas y/o rocas fracturadas.
- No obstante se detecta la presencia de una falla se estima una alta probabilidad que el relleno sedimentario constituyendo un acuífero de gran potencia.

Rafael Alarcón R.

DPI LTDA.

INDICE DE FIGURAS	FIG.
PLANO UBICACIÓN GENERAL (dentro del texto).....	1
<u>PLANO UBICACIÓN PERFILES SECTOR N°1, Escala 1:20.000</u>	2
<u>SECCIONES GRAVIMETRICAS ESCALA 1:5.000</u>	
SECCION GRAVIMETRICA PERFIL G-1, RIO MANFLAS.....	3.1
SECCION GRAVIMETRICA PERFIL G-2 RIO PULIDO.....	3.2
SECCION GRAVIMETRICA PERFIL G-3 RIO JORQUERA.....	3.3
SECCION GRAVIMETRICA PERFILES G-4 Y G-5.....	3.4
<u>SECCIONES ELECTROMAGNETICAS ESCALA 1:1.000</u>	
SECCION ELECTROMAGNETICA PERFIL EM-1 RIO MANFLAS.....	3.5
SECCION ELECTROMAGNETICA PERFIL EM-2 RIO PULIDO.....	3.6
SECCION ELECTROMAGNETICA PERFIL EM-3 RIO JORQUERA.....	3.7
SECCION ELECTROMAGNETICA PERFIL EM-4 RIO COPIAPO.....	3.8
SECCION ELECTROMAGNETICA PERFIL EM-.5 RIO COPIAPO.....	3.9
<u>PLANO UBICACIÓN PERFILES SECTOR N°2, Escala 1:20.000</u>	4.
<u>SECCIONES GRAVIMETRICAS ESCALA 1:5.000</u>	
SECCION GRAVIMETRICA PERFIL G-6, RIO COPIAPO- LOS LOROS.....	5.1
SECCION GRAVIMETRICA PERFIL G-7 RIO COPIAPO.....	5.2
<u>SECCIONES ELECTROMAGNETICAS ESCALA 1:1.000</u>	
SECCION ELECTROMAGNETICA, PERFIL EM-6, LOS LOROS.....	5.3

ANEXO
COORDENADAS Y RESISTIVIDADES
SONDAJES ELECTROMAGNETICOS
STRATAGEM

PERFIL EM-1

SONDAJE ELECTROMAGNETICO MSG1		
ESTE	NORTE	COTA
403.446	6.894.646	1288
Profundidad		Profundidad
-3.21	4.27	
-4.04	4.27	
-6.40	64.96	
-81.44	694.05	
-105.27	949.00	
-117.69	988.57	
-128.79	969.65	
-143.30	1013.62	
-160.25	1040.87	
-182.75	1182.49	
-204.95	1854.02	
-262.44	3496.13	
-306.49	2782.80	
-339.27	3192.66	
-412.72	4540.89	
-457.95	5601.48	
-497.07	9843.59	
-677.02	8467.90	
-1172.20	22856.25	
-1382.43	24050.36	
-1461.87	16675.64	
-2369.89	4514.06	

SONDAJE ELECTROMAGNETICO MSG2		
ESTE	NORTE	COTA
403.617	6.894.669	1285
Profundidad		Resistividad
-3.68	5.94	
-4.63	5.94	
-9.64	83.82	
-79.37	454.65	
-91.17	460.77	
-108.19	482.84	
-118.73	487.83	
-123.41	414.51	
-131.90	386.45	
-148.50	441.98	
-164.31	559.34	
-209.19	1057.90	
-237.05	966.71	
-275.31	1374.18	
-351.35	2709.30	
-382.06	3014.63	
-418.42	6974.97	
-593.30	6103.28	
-1067.40	17497.60	
-1351.94	23001.14	
-1455.44	15569.25	
-2369.89	4514.06	

SONDAJE ELECTROMAGNETICO MSG3		
ESTE	NORTE	COTA
403.767	6.894.633	1285
Profundidad		Profundidad
-2.77	4.65	
-5.26	4.08	
-76.53	817.13	
-89.42	819.02	
-104.43	767.94	
-113.19	646.56	
-116.78	482.26	

SONDAJE ELECTROMAGNETICO MSG4		
ESTE	NORTE	COTA
403.962	6.894.615	1307
Profundidad		Resistividad
-2.62	5.45	
-3.05	5.86	
-3.17	6.46	
-62.62	619.93	
-68.50	383.98	
-75.18	234.25	
-110.32	218.35	

-235.38	1275.99	-111.05	167.62
-292.05	895.60	-129.30	171.31
-361.47	1821.17	-180.30	1285.67
-543.23	2355.13	-249.59	1910.18
-800.46	3096.98	-471.86	1251.41
-1046.26	12382.45	-551.07	6058.90
-1276.56	8999.06	-686.23	1289.08
-2369.89	4514.06	-2369.89	4514.06

PERFIL EM-2

SONDAJE ELECTROMAGNETICO PSG1			SONDAJE ELECTROMAGNETICO PSG2		
ESTE	NORTE	COTA	ESTE	NORTE	COTA
406.517	6.895.924	1340	406.223	6.895.819	1285
Profundidad		Profundidad	Profundidad	Resistividad	
-18.69		118.08	-46.56		872.37
-25.71		65.57	-51.27		725.10
-30.61		77.28	-66.83		351.43
-37.97		82.79	-88.31		461.70
-48.51		123.43	-97.15		349.77
-63.78		299.51	-133.75		652.97
-87.47		471.99	-147.78		605.88
-94.24		401.14	-169.80		463.75
-100.66		443.17	-293.32		1435.68
-216.63		438.17	-392.75		1694.48
-283.56		1069.78	-404.62		1206.39
-440.54		2091.11	-482.63		1553.20
-1270.66		16593.05	-1085.17		12175.05
-2164.32		5209.22	-1467.26		2758.62
-2273.89		5709.85	-2184.96		5665.32
-2664.92		8018.02	-2292.69		6100.09
-2940.69		4388.33	-2672.25		8186.76
-5616.99		12718.33	-2940.69		4388.33
			-5616.99		12718.33

SONDAJE ELECTROMAGNETICO PSG3		
ESTE	NORTE	COTA
405.903	6.895.611	1292
Profundidad		Profundidad
-1.69		9.04
-1.90		9.04
-3.46		20.85

-6.32	28.45
-11.54	46.65
-21.09	82.53
-38.49	150.30
-40.86	183.96
-59.62	271.33
-76.44	373.72
-88.85	359.77
-92.68	163.78
-100.54	146.12
-122.03	128.66
-168.00	325.77
-178.19	226.59
-206.01	290.97
-232.99	401.38
-304.62	918.41
-431.88	810.32
-566.18	2104.93
-960.39	514.28
-1805.80	4194.06
-2057.78	5336.96
-2591.11	7947.11
-2940.69	4388.33
-5616.99	12718.33

PERFIL EM-3

SONDAJE ELECTROMAGNETICO JSG1			SONDAJE ELECTROMAGNETICO JSG2		
ESTE	NORTE	COTA	ESTE	NORTE	COTA
407.469	6.898.672	1299	407.720	6.898.502	1299
Profundidad		Profundidad	Profundidad	Resistividad	
-29.95		22.18	-26.72	16.00	
-52.19		8.53	-27.41	2.34	
-120.34		28.48	-51.78	7.24	
-131.04		13.40	-120.77	28.68	
-154.58		17.25	-121.38	23.00	
-262.71		180.73	-131.21	13.44	
-338.65		285.37	-151.96	14.38	
-654.60		434.39	-274.10	197.94	
-718.32		402.86	-365.66	342.49	
-1235.32		86.10	-740.13	529.23	
-1685.46		562.12	-1212.18	87.63	
-2059.18		585.39	-1685.46	562.12	

		-2059.18	585.39
--	--	----------	--------

SONDAJE ELECTROMAGNETICO JSG3		
ESTE	NORTE	COTA
407.469	6.898.672	1299
Profundidad		Profundidad
-30.65		14.51
-31.14		12.71
-34.31		18.69
-85.34		67.46
-110.13		130.17
-138.37		127.44
-199.19		297.48
-223.20		29.97
-240.20		125.76
-348.81		181.02
-403.14		224.06
-509.63		297.32
-648.60		136.18
-733.14		413.49
-1257.18		83.97
-1685.46		562.12
-2059.18		585.39

PERFIL EM-4

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG3			SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG5		
ESTE	NORTE	COTA	ESTE	NORTE	COTA
405.092	6.896.925	1261	405.392	6.897.327	1257
Profundidad		Profundidad	Profundidad		Resistividad
-0.58		0.36	-30.14		253.87
-17.47		147.25	-47.77		253.87
-22.18		110.33	-96.19		972.62
-27.94		215.95	-113.54		864.35
-41.97		462.25	-133.31		954.49
-51.68		554.93	-146.73		832.30
-67.50		1144.00	-152.52		689.01
-88.20		786.90	-158.43		634.40
-120.81		371.15	-200.12		818.06
-254.64		3915.48	-238.79		861.82
-288.56		8320.00	-274.34		895.14
-525.15		17440.00	-295.97		880.66

-529.37	6285.71	-332.70	855.77
-702.83	7512.97	-365.23	639.89
-887.05	1256.61	-398.29	640.58
-1084.88	11760.00	-409.88	517.03
-1535.82	2065.86	-1084.35	4142.55
-1851.17	7255.12	-1398.40	4827.44
		-1582.65	5323.28
		-1664.65	2501.25
		-1993.59	2139.86
		-2236.73	2139.86
		-2510.22	2139.86
		-2816.56	2139.86
		-3155.30	2139.86

PERFIL EM-5

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG1			SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG2		
ESTE	NORTE	COTA	ESTE	NORTE	COTA
404.548	6.898.657	1235	404.079	6.898.645	1229
Profundidad		Profundidad	Profundidad		Resistividad
-10.12		45.98	-6.11		20.90
-12.55		19.04	-6.67		6.80
-17.05		7.08	-12.36		18.68
-26.28		44.55	-22.86		51.18
-35.81		67.36	-42.35		140.56
-37.91		66.53	-78.80		621.50
-43.47		77.75	-107.59		1022.65
-98.14		272.38	-119.42		913.72
-119.22		628.09	-145.71		997.87
-202.67		720.34	-156.56		827.23
-873.39		20956.24	-201.84		360.17
			-218.80		375.88
			-237.29		343.64
			-240.51		248.65
			-345.18		1031.05
			-710.76		3489.41
			-2146.91		7382.40
			-3997.93		26439.29

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG4		
ESTE	NORTE	COTA
403.562	6.898.674	1232
Profundidad		Profundidad
-8.41	17.05	
-18.72	132.32	
-21.15	98.12	
-24.78	12.07	
-70.57	534.93	
-884.62	93853.15	
-1020.37	27231.95	
-1637.79	18906.17	
-2750.28	12049.94	
-3997.93	26439.29	
-17530.60	558622.75	

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG5		
ESTE	NORTE	COTA
403.836	6.898.668	1227
Profundidad		Resistividad
-6.21	12.82	
-8.53	22.63	
-17.32	55.81	
-35.22	138.85	
-71.56	343.40	
-106.82	930.51	
-127.17	868.10	
-143.02	812.09	
-151.34	682.52	
-243.07	1722.39	
-323.22	1773.18	
-334.99	1020.63	
-376.95	456.25	
-807.56	13130.76	
-1358.25	12398.82	
-2631.76	11052.00	
-3997.93	26439.29	

PERFIL EM-6

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG1		
ESTE	NORTE	COTA
389.232	6.922.433	943
Profundidad		Profundidad
-2.00	1.67	
-4.54	4.36	
-10.41	9.43	
-17.53	23.54	
-27.23	47.30	
-28.93	49.62	
-32.63	47.84	
-34.21	56.88	
-36.55	58.38	
-37.54	41.19	
-52.91	94.93	
-118.03	164.23	
-151.30	127.98	

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG2		
ESTE	NORTE	COTA
389.128	6.922.496	934
Profundidad		Resistividad
-3.48	7.38	
-3.75	18.93	
-6.83	5.97	
-10.09	14.87	
-22.81	43.66	
-24.54	51.92	
-30.99	60.89	
-32.71	59.76	
-36.06	38.83	
-45.55	44.19	
-69.30	72.22	
-89.18	93.87	
-94.31	78.38	

-181.89	26.45	-104.96	60.20
-186.84	6.75	-160.32	125.67
-292.45	100.78	-220.39	43.13
-779.89	474.40	-253.86	76.40
-2250.35	5590.64	-702.14	364.50
-2961.25	7597.83	-2250.35	5590.64
		-2961.25	7597.83

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG3		
ESTE	NORTE	COTA
388.888	6.922.377	934
Profundidad	Profundidad	
-2.63	3.80	
-5.49	0.75	
-14.29	3.19	
-15.71	3.06	
-23.27	20.24	
-23.92	26.19	
-32.75	67.84	
-40.00	14.24	
-43.19	24.42	
-44.27	5.79	
-47.62	0.28	
-55.88	0.19	
-114.35	0.51	
-163.29	0.91	
-202.47	7.68	
-227.18	7.68	
-254.50	7.68	

SONDAJE ELECTROMAGNETICO CSG4		
ESTE	NORTE	COTA
388.758	6.922.389	955
Profundidad	Resistividad	
-3.70	8.21	
-6.55	5.43	
-17.47	18.48	
-28.79	48.51	
-41.63	113.61	
-44.13	73.84	
-50.54	87.91	
-67.92	144.15	
-110.24	610.44	
-220.14	3782.20	
-278.44	5849.63	
-314.73	5661.57	
-367.32	8217.65	
-888.42	18593.58	
-1033.40	1434.17	
-1400.42	1861.24	
-2250.35	5590.64	
-2961.25	7597.83	